МИРОВОЙ БЕСТСЕЛЛЕР

Джонатан Бэлкомб

ЧТО *знает* РЫБА

18+

Книга года по версии Observer

Одна из лучших научно-популярных книг по версии Sunday Times, Forbes, Nature и National Post

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

«Рыбы – не просто живые существа: это индивидуумы, обладающие личностью и строящие отношения с другими. Они могут учиться, воспринимать информацию и изобретать новое, успокаивать друг друга и строить планы на будущее. Они способны получать удовольствие, находиться в игривом настроении, ощущать страх, боль и радость. Это не просто умные, но и сознающие, общительные, социальные, способные использовать инструменты коммуникации, добродетельные и даже беспринципные существа. Цель моей книги – позволить им высказаться так, как было невозможно в прошлом. Благодаря значительным достижениям в области этологии, социобиологии, нейробиологии и экологии мы можем лучше понять, на что похож мир для самих рыб, как они воспринимают его, чувствуют и познают на собственном опыте». (Джонатан Бэлкомб)

- Джонатан Бэлкомб
  - ○
  - ○
  - ○
  - ○ Пролог
  - ○ Часть I
  - ○ Часть II
    - ■ Что видит рыба
    - ■ Как рыба слушает, нюхает и ощущает вкус
    - ■ Навигация и осязание
  - ○ Часть III
    - ■ Боль, осознание и понимание
    - ■ От стресса к радости
  - ○ Часть IV
    - ■ Плавники, чешуя и интеллект
    - ■ Орудия, планы и неугомонные умы
  - ○ Часть V
    - ■ Их много – в воде невесомых
    - ■ Социальные отношения
    - ■ Сотрудничество, демократия и миротворчество
  - ○ Часть VI
    - ■ Сексуальная жизнь
    - ■ Формы родительской заботы
  - ○ Часть VII
  - ○ Эпилог
  - ○ Благодарности

- Вкладка
- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18
  - 19
  - 20
  - 21
  - 22
  - 23
  - 24
  - 25
  - 26
  - 27
  - 28
  - 29
  - 30
  - 31
  - 32
  - 33
  - 34
  - 35
  - 36
  - 37
  - 38
  - 39
  - 40
  - 41
  - 42

- ○ 43
- ○ 44
- ○ 45
- ○ 46
- ○ 47
- ○ 48
- ○ 49
- ○ 50
- ○ 51
- ○ 52
- ○ 53
- ○ 54
- ○ 55
- ○ 56
- ○ 57
- ○ 58
- ○ 59
- ○ 60
- ○ 61
- ○ 62
- ○ 63
- ○ 64
- ○ 65
- ○ 66
- ○ 67
- ○ 68
- ○ 69
- ○ 70
- ○ 71
- ○ 72
- ○ 73
- ○ 74
- ○ 75
- ○ 76
- ○ 77
- ○ 78
- ○ 79
- ○ 80
- ○ 81
- ○ 82
- ○ 83
- ○ 84
- ○ 85
- ○ 86

- ○ 87
- ○ 88
- ○ 89
- ○ 90
- ○ 91
- ○ 92
- ○ 93
- ○ 94
- ○ 95
- ○ 96
- ○ 97
- ○ 98
- ○ 99
- ○ 100
- ○ 101
- ○ 102
- ○ 103
- ○ 104
- ○ 105
- ○ 106
- ○ 107
- ○ 108
- ○ 109
- ○ 110
- ○ 111
- ○ 112
- ○ 113
- ○ 114
- ○ 115
- ○ 116
- ○ 117
- ○ 118
- ○ 119
- ○ 120
- ○ 121
- ○ 122
- ○ 123
- ○ 124
- ○ 125
- ○ 126
- ○ 127
- ○ 128
- ○ 129
- ○ 130

- ○ 131
- ○ 132
- ○ 133
- ○ 134
- ○ 135
- ○ 136
- ○ 137
- ○ 138
- ○ 139
- ○ 140
- ○ 141
- ○ 142
- ○ 143
- ○ 144
- ○ 145
- ○ 146
- ○ 147
- ○ 148
- ○ 149
- ○ 150
- ○ 151
- ○ 152
- ○ 153
- ○ 154
- ○ 155
- ○ 156
- ○ 157
- ○ 158
- ○ 159
- ○ 160
- ○ 161
- ○ 162
- ○ 163
- ○ 164
- ○ 165
- ○ 166
- ○ 167
- ○ 168
- ○ 169
- ○ 170
- ○ 171
- ○ 172
- ○ 173
- ○ 174

- ○ 175
- ○ 176
- ○ 177
- ○ 178
- ○ 179
- ○ 180
- ○ 181
- ○ 182
- ○ 183
- ○ 184
- ○ 185
- ○ 186
- ○ 187
- ○ 188
- ○ 189
- ○ 190
- ○ 191
- ○ 192
- ○ 193
- ○ 194
- ○ 195
- ○ 196
- ○ 197
- ○ 198
- ○ 199
- ○ 200
- ○ 201
- ○ 202
- ○ 203
- ○ 204
- ○ 205
- ○ 206
- ○ 207
- ○ 208
- ○ 209
- ○ 210
- ○ 211
- ○ 212
- ○ 213
- ○ 214
- ○ 215
- ○ 216
- ○ 217
- ○ 218

- ○ 219
- ○ 220
- ○ 221
- ○ 222
- ○ 223
- ○ 224
- ○ 225
- ○ 226
- ○ 227
- ○ 228
- ○ 229
- ○ 230
- ○ 231
- ○ 232
- ○ 233
- ○ 234
- ○ 235
- ○ 236
- ○ 237
- ○ 238
- ○ 239
- ○ 240
- ○ 241
- ○ 242
- ○ 243
- ○ 244
- ○ 245
- ○ 246
- ○ 247
- ○ 248
- ○ 249
- ○ 250
- ○ 251
- ○ 252
- ○ 253
- ○ 254
- ○ 255
- ○ 256
- ○ 257
- ○ 258
- ○ 259
- ○ 260
- ○ 261
- ○ 262

- ○ 263
- ○ 264
- ○ 265
- ○ 266
- ○ 267
- ○ 268
- ○ 269
- ○ 270
- ○ 271
- ○ 272
- ○ 273
- ○ 274
- ○ 275
- ○ 276
- ○ 277
- ○ 278
- ○ 279
- ○ 280
- ○ 281
- ○ 282
- ○ 283
- ○ 284
- ○ 285
- ○ 286
- ○ 287
- ○ 288
- ○ 289
- ○ 290
- ○ 291
- ○ 292
- ○ 293
- ○ 294
- ○ 295
- ○ 296
- ○ 297
- ○ 298
- ○ 299
- ○ 300
- ○ 301
- ○ 302
- ○ 303
- ○ 304
- ○ 305
- ○ 306

- ○ 307
- ○ 308
- ○ 309
- ○ 310
- ○ 311
- ○ 312
- ○ 313
- ○ 314
- ○ 315
- ○ 316
- ○ 317
- ○ 318
- ○ 319
- ○ 320
- ○ 321
- ○ 322
- ○ 323
- ○ 324
- ○ 325
- ○ 326
- ○ 327
- ○ 328
- ○ 329
- ○ 330
- ○ 331
- ○ 332
- ○ 333
- ○ 334
- ○ 335
- ○ 336
- ○ 337
- ○ 338
- ○ 339
- ○ 340
- ○ 341
- ○ 342
- ○ 343
- ○ 344
- ○ 345
- ○ 346
- ○ 347
- ○ 348
- ○ 349
- ○ 350

- ○ 351
- ○ 352
- ○ 353
- ○ 354
- ○ 355
- ○ 356
- ○ 357
- ○ 358
- ○ 359
- ○ 360
- ○ 361
- ○ 362
- ○ 363
- ○ 364
- ○ 365
- ○ 366
- ○ 367
- ○ 368
- ○ 369
- ○ 370
- ○ 371
- ○ 372
- ○ 373
- ○ 374
- ○ 375
- ○ 376
- ○ 377
- ○ 378
- ○ 379
- ○ 380
- ○ 381
- ○ 382
- ○ 383
- ○ 384
- ○ 385
- ○ 386
- ○ 387
- ○ 388
- ○ 389
- ○ 390
- ○ 391
- ○ 392
- ○ 393
- ○ 394

- ○ 395
- ○ 396
- ○ 397
- ○ 398
- ○ 399
- ○ 400
- ○ 401
- ○ 402
- ○ 403
- ○ 404
- ○ 405
- ○ 406
- ○ 407
- ○ 408
- ○ 409
- ○ 410
- ○ 411
- ○ 412
- ○ 413
- ○ 414
- ○ 415
- ○ 416
- ○ 417
- ○ 418
- ○ 419
- ○ 420
- ○ 421
- ○ 422
- ○ 423
- ○ 424
- ○ 425
- ○ 426
- ○ 427
- ○ 428
- ○ 429
- ○ 430
- ○ 431
- ○ 432
- ○ 433
- ○ 434
- ○ 435
- ○ 436
- ○ 437
- ○ 438

- ○ 439
- ○ 440
- ○ 441
- ○ 442
- ○ 443
- ○ 444
- ○ 445
- ○ 446
- ○ 447
- ○ 448
- ○ 449
- ○ 450
- ○ 451
- ○ 452
- ○ 453
- ○ 454
- ○ 455
- ○ 456
- ○ 457
- ○ 458
- ○ 459
- ○ 460
- ○ 461
- ○ 462
- ○ 463
- ○ 464
- ○ 465
- ○ 466
- ○ 467
- ○ 468
- ○ 469
- ○ 470
- ○ 471
- ○ 472
- ○ 473
- ○ 474
- ○ 475
- ○ 476
- ○ 477
- ○ 478
- ○ 479
- ○ 480
- ○ 481
- ○ 482

- ○ 483
- ○ 484
- ○ 485
- ○ 486
- ○ 487
- ○ 488
- ○ 489
- ○ 490
- ○ 491
- ○ 492
- ○ 493
- ○ 494
- ○ 495
- ○ 496
- ○ 497
- ○ 498
- ○ 499
- ○ 500
- ○ 501
- ○ 502
- ○ 503
- ○ 504
- ○ 505
- ○ 506
- ○ 507
- ○ 508
- ○ 509
- ○ 510
- ○ 511
- ○ 512
- ○ 513
- ○ 514
- ○ 515
- ○ 516
- ○ 517
- ○ 518
- ○ 519
- ○ 520
- ○ 521
- ○ 522
- ○ 523
- ○ 524
- ○ 525
- ○ 526

- ○ 527
- ○ 528
- ○ 529
- ○ 530
- ○ 531
- ○ 532
- ○ 533
- ○ 534
- ○ 535
- ○ 536
- ○ 537
- ○ 538
- ○ 539
- ○ 540
- ○ 541
- ○ 542
- ○ 543
- ○ 544
- ○ 545
- ○ 546
- ○ 547
- ○ 548
- ○ 549
- ○ 550
- ○ 551
- ○ 552
- ○ 553
- ○ 554
- ○ 555
- ○ 556
- ○ 557
- ○ 558
- ○ 559
- ○ 560
- ○ 561
- ○ 562
- ○ 563
- ○ 564
- ○ 565
- ○ 566
- ○ 567
- ○ 568
- ○ 569
- ○ 570

- ○ 571
- ○ 572
- ○ 573
- ○ 574
- ○ 575
- ○ 576
- ○ 577
- ○ 578
- ○ 579
- ○ 580
- ○ 581
- ○ 582
- ○ 583
- ○ 584
- ○ 585
- ○ 586
- ○ 587
- ○ 588
- ○ 589
- ○ 590
- ○ 591
- ○ 592
- ○ 593
- ○ 594
- ○ 595
- ○ 596
- ○ 597
- ○ 598
- ○ 599
- ○ 600
- ○ 601
- ○ 602
- ○ 603
- ○ 604
- ○ 605
- ○ 606
- ○ 607
- ○ 608
- ○ 609
- ○ 610
- ○ 611
- ○ 612
- ○ 613
- ○ 614

- ○ 615
- ○ 616
- ○ 617
- ○ 618
- ○ 619
- ○ 620
- ○ 621
- ○ 622
- ○ 623
- ○ 624
- ○ 625
- ○ 626
- ○ 627
- ○ 628
- ○ 629
- ○ 630
- ○ 631
- ○ 632
- ○ 633
- ○ 634
- ○ 635
- ○ 636
- ○ 637
- ○ 638
- ○ 639
- ○ 640
- ○ 641
- ○ 642
- ○ 643
- ○ 644
- ○ 645
- ○ 646
- ○ 647
- ○ 648
- ○ 649
- ○ 650
- ○ 651
- ○ 652
- ○ 653
- ○ 654
- ○ 655
- ○ 656
- ○ 657
- ○ 658

- ○ 659
- ○ 660
- ○ 661
- ○ 662
- ○ 663
- ○ 664
- ○ 665
- ○ 666
- ○ 667
- ○ 668
- ○ 669
- ○ 670
- ○ 671
- ○ 672
- ○ 673
- ○ 674
- ○ 675
- ○ 676
- ○ 677
- ○ 678
- ○ 679
- ○ 680
- ○ 681
- ○ 682
- ○ 683
- ○ 684
- ○ 685
- ○ 686
- ○ 687
- ○ 688
- ○ 689
- ○ 690
- ○ 691
- ○ 692
- ○ 693
- ○ 694
- ○ 695
- ○ 696
- ○ 697
- ○ 698
- ○ 699
- ○ 700
- ○ 701
- ○ 702

- ○ 703
- ○ 704
- ○ 705
- ○ 706
- ○ 707
- ○ 708
- ○ 709
- ○ 710
- ○ 711
- ○ 712
- ○ 713
- ○ 714
- ○ 715
- ○ 716
- ○ 717
- ○ 718
- ○ 719
- ○ 720
- ○ 721
- ○ 722
- ○ 723
- ○ 724
- ○ 725
- ○ 726
- ○ 727
- ○ 728
- ○ 729
- ○ 730
- ○ 731
- ○ 732

Джонатан Бэлкомб
Что знает рыба. Внутренний мир наших подводных собратьев

© Jonathan Balcombe, 2016
© Волков П. И., перевод на русский язык, 2018
© Издание на русском языке, оформление. ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2019 КоЛибри®

* * *

Один из лучших образцов просветительских книг, уникальный взгляд на рыб.

Huffington Post

Проникновенный рассказ о жизни рыб от увлеченного рассказчика, наделенного широтой и глубиной знаний, чувством юмора и писательским талантом.

Shelf Awareness

Наглядная демонстрация того, ка, к много существует способов взаимодействия с рыбами помимо их негуманной ловли. Мы должны относиться к этим удивительным созданиям с большим уважением.

Hakai Magazine

Всеобъемлющее этологическое исследование сложных форм поведения рыб, в том числе манипуляции предметами, грамотного использования особенностей зрения и навыка запоминания топографии…

Nature

Потрясающая коллекция невероятных фактов о рыбах.

Mental Floss

Поучительный рассказ о жизни рыб.

Times

На каждой странице читателя ждут изумительные открытия, впечатляющие данные исследований и истории, которые изменяют наше восприятие рыб и вызывают сострадание к одним из самых разнообразных животных, которые когда-либо жили на Земле. После прочтения вы уже не сможете отрицать, что рыбы наравне с нами обладают выраженными эмоциями, интеллектом и сознанием. Браво!

Сай Монтгомери, автор книги «Душа осьминога»

Весомый довод в пользу необходимости охраны рыб.

Booklist

Всесторонний анализ того, кем на самом деле являются рыбы – создания, обладающие выраженной индивидуальностью, испытывающие широкий диапазон эмоций, вступающие в паутину социальных отношений и становящиеся замечательными родителями. Несомненно, эта своевременно написанная книга – неотъемлемая часть процесса восстановления связи человечества с потрясающими животными, с которыми мы делим нашу великолепную планету.

Марк Бекофф, автор книги «Эмоциональная жизнь животных»

Вооружившись данными новейших научных исследований, автор предлагает отправиться в захватывающее путешествие с целью познакомиться с социальной, интеллектуальной и эмоциональной жизнью рыб.

Хел Херцог, автор книги «Радость, гадость и обед»

Удивительно, насколько слабо я раньше была осведомлена об одних из самых многочисленных живых существ на планете!

Корнелия Функе, автор бестселлера «Чернильное

сердце»

Поражает разнообразие тем, получивших освещение на основе головокружительного множества экспериментов и исследований – от познания и восприятия у рыб до социальной структуры их сообществ и практикуемых способов размножения.

Юджин Линден, автор книги «Обезьяны, человек и язык»

Лучшая книга о рыбах. Красноречивое и вдохновляющее послание.

Крис Палмер, продюсер фильмов об окружающей среде и дикой природе

Безымянным миллиардам

Пролог

Мне было восемь лет. Я сел в алюминиевую весельную лодку вместе с пожилым директором летнего лагеря к северу от Торонто. Он выгреб на полкилометра в мелкий залив, и мы провели следующие два часа за ловлей рыбы. Был спокойный летний вечер, и вода была похожа на стекло. Это было мое первое путешествие в маленькой лодке, и плавание по слегка волнующемуся простору темной воды воспринималось как захватывающее событие. Меня интересовало, какие существа скрывались под нами, и я испытывал волнение всякий раз, когда внезапное подергивание моей примитивной удочки – очищенной от коры ветки с леской и крючком – сообщало о том, что рыба схватила наживку.

В тот день я поймал шестнадцать рыб. Несколько окуней покрупнее приберегли на следующий завтрак, остальных выпустили. Мистер Нельсон делал всю грязную работу, нанизывая на острые крючки корчащихся дождевых червей, извлекая снасть из рыбьих челюстей и втыкая нож рыбам в череп, чтобы убить. Его лицо при этом странно кривилось, и я гадал, чувствовал ли он отвращение.

Воспоминания о том дне дороги мне, но, поскольку я рос чувствительным мальчиком, неравнодушным к животным, мне тогда не давало покоя многое из того, что происходило в лодке. В глубине души я переживал за червей. Меня мучила мысль о том, что рыбы ощущали боль, когда крючок извлекался из их костлявых морд с таращившимися на нас глазами. Возможно, кто-то из самых живучих выжил после удара ножом и теперь медленно умирал в плетеной корзинке, висящей у борта. Но добрый человек, сидящий согнувшись, похоже, не думал, что что-то не так, поэтому и я рассудил, что все в порядке. К тому же вкус свежей рыбы на завтрак оставил лишь неясные следы от опасений прошлого вечера.

Это была не единственная встреча с рыбами из времен моего детства, которая вызвала противоречивые эмоции, связанные с местом наших дальних холоднокровных родственников на шкале моральных ценностей человека. Будучи учеником четвертого класса начальной школы в Торонто, я стал одним из детей, которым поручили перенести кое-какие вещи из нашей классной комнаты в соседнее помещение. Среди предметов был круглый стеклянный аквариум с одинокой золотой рыбкой. Сосуд был наполнен водой на три четверти и оказался весьма тяжелым. Беспокоясь, что рыба может попасть в руки к тому, кто

позаботился бы о ней хуже меня, я вызвался перенести емкость на назначенное для нее место – стойку рядом с умывальником в соседней комнате.

Какая ирония.

Я крепко сжал аквариум руками, аккуратно пронес в холл, а затем в другую комнату. Когда я осторожно приблизился к стойке, рыбий домик выскользнул и разбился, упав на твердый пол. Это был ужасный момент, который словно проигрывался в замедленном темпе. Осколки стекла разлетелись в стороны, а вода разлилась по всему полу. Я стоял столбом, ошеломленный. Кто-то более сообразительный, чем я, схватил швабру и убрал стекло и воду в сторону, а затем мы вчетвером начали обыскивать пол в надежде найти рыбу. Прошла минута, но ни следа этого существа не нашлось. Все было похоже на дурной сон. Казалось, будто рыба впала в свой рыбий экстаз и вознеслась на рыбьи небеса. Наконец кто-то нашел ее. Она попала за радиатор отопления и оказалась на внутреннем выступе, в шести сантиметрах над полом, полностью пропав из вида. Рыба была еще жива и кротко таращила глаза. Мы быстро плюхнули ее в мерный стакан с водой из-под крана. Думаю, она выжила.

Хотя инцидент с золотой рыбкой произвел на меня глубокое впечатление, что доказывают мои яркие воспоминания об этом эпизоде четыре десятка лет спустя, он не вызвал тогда новых переживаний в отношении рыб.

Ни для кого не секрет, что я никогда не увлекался рыбалкой; тот небольшой энтузиазм, сохранявшийся после загородной прогулки с мистером Нельсоном, быстро пропал, когда настала необходимость самому наживлять и извлекать крючки. Но я не искал никаких связей между окунями, которых бесцеремонно выудил в Стерджен-Бей, или несчастной маленькой золотой рыбкой, которую я уронил в Эдитвейльской начальной школе, и теми безымянными рыбами, чей жизненный путь закончился в сэндвичах Филе-о-фиш, которыми я наслаждался во время семейных поездок в местный McDonald’s.

Был конец шестидесятых, и McDonald’s уже похвалялся: «подано более миллиарда заказов». Эти слова могли в равной степени обозначать как число довольных клиентов, так и количество рыб или цыплят, мясо которых было использовано для приготовления сэндвичей. Но, как и другие представители моей культуры, я был блаженно далек от тех существ, что когда-то жили и дышали, но закончили жизнь в моем завтраке.

И лишь двенадцать лет спустя, прослушав курс ихтиологии на последнем году бакалавриата по специальности «биология», я подверг серьезным сомнениям свое отношение к животным,

в том числе к рыбам. Я был одновременно очарован разнообразием анатомии и адаптации рыб – и выведен из душевного равновесия бесконечной чередой безжизненных тел когда-то живых существ, которые нам выдавали для определения с помощью препаровальных луп и определительных таблиц. В середине семестра наша группа посетила Королевский музей Онтарио и встретилась с одним из передовых ихтиологов Канады, который специально для нас провел экскурсию по коллекции рыб музея. В один из моментов он отпер и поднял крышку большого деревянного ящика, чтобы показать огромного озерного гольца, плававшего в маслянистом консерванте. Рыба, весившая рекордные 46,7 килограмма, была поймана на озере Атабаска в 1962 году. Ее размер и упитанность считались следствием гормонального дисбаланса, который сделал ее бесплодной; вся энергия, которая в типичном случае была бы израсходована на затратную задачу по производству икры, вместо этого ушла в массу тела.

Я посочувствовал этой рыбе. Подобно многим рыбам, с которыми мы сталкиваемся в жизни, у нее не было имени, а вся ее жизнь была тайной. Я чувствовал, что она заслужила более достойного существования, чем погребение в деревянном ящике. По мне, так было бы лучше, если бы она была съедена, а ее ткани преобразовались бы в новые клетки другого организма[1], чем плавала бы десятилетиями в темноте, пропитанная химикатами.

О рыбах – об их многообразии, экологии, плодовитости, стратегиях выживания – написаны мириады книг. Можно уставить множество полок пособиями о том, как ловить рыбу. До настоящего времени, однако, не было написано ни одной книги *в защиту* рыб. Я не имею в виду слова защитников природных ресурсов, осуждающие тяжелое положение находящихся под угрозой исчезновения видов или переэксплуатацию рыбных запасов (вы когда-нибудь замечали, что слово «переэксплуатация» узаконивает эксплуатацию, а слово «запасы» низводит животное до товара вроде пшеницы, который нужен исключительно для потребления людьми?). Цель моей книги – позволить рыбе «высказаться» так, как было невозможно в прошлом. В настоящее время благодаря значительным достижениям в области этологии, социобиологии, нейробиологии и экологии мы можем лучше понять, на что похож мир для самих рыб, как они воспринимают его, чувствуют и познают на собственном опыте.

В процессе сбора материала для этой книги я стремился разбавлять науку историями о взаимодействии людей с рыбами. По мере повествования я поделюсь с вами некоторыми из них. Эти байки заслуживают очень малого доверия у ученых, но

позволяют нам догадываться о том, на что могут быть способны животные и что науке еще только предстоит изучить; а еще они могут настроить на более глубокие размышления об отношениях человека и животных.

Предмет исследования этой книги – вероятность признания рыб[2] индивидуумами, личностями, а их жизней – ценными (я говорю сейчас не об утилитарной ценности, которую рыбы могут представлять для нас – например, как источник прибыли или развлечение), что определило бы их включение в наш круг нравственных отношений[3].

Почему об этом стоит беспокоиться? Основных причин две. Во-первых, рыбы в целом представляют собой наиболее интенсивно эксплуатируемую (и переэксплуатируемую) категорию позвоночных животных на Земле. Во-вторых, научные исследования способностей рыб к ощущению и познанию дошли до того, что, вполне возможно, настало время для изменения парадигмы нашего восприятия рыб и обращения с ними.

Насколько же интенсивно их эксплуатируют? По оценке одного из авторов, Элисон Муд, сделанной на основании анализа статистики по уловам рыбы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО)[4] за период с 1999 по 2007 год, количество рыб, убиваемых людьми ежегодно, составляет 1–2,7 триллиона[5]. Чтобы вы могли получить представление о том, насколько это много – триллион рыб, возьмем среднюю длину каждой пойманной рыбы, равную длине долларовой банкноты (чуть больше 15 сантиметров). Если выложить рыб в ряд друг за другом, они протянулись бы на 299 миллионов километров. Это расстояние до Солнца и обратно, причем пара сотен миллиардов рыб осталась бы в запасе.

Оценка Э. Муд необычна тем, что урон, наносимый людьми рыбам, редко представляется в виде количества особей[6]. К слову, сама ФАО оценила общий улов предприятий промышленного рыболовства в 2011 году в 100 миллионов тонн. Специалисты по биологии рыб Стивен Кук и Иэн Коукс, одни из немногих, кто считает смерти отдельных особей, в 2004 году установили[7], что ежегодно во всем мире около 47 миллиардов рыб вылавливали[8] *ради развлечения*, и из них около 36 % (примерно 17 миллиардов) было убито, а остальные возвращены в воду. Если мы применим оцениваемый ими средний вес одной рыбы (около 640 граммов) к коммерческому вылову объемом 100 миллионов тонн, мы получим 157 миллиардов отдельных рыб.

В одном исследовании сообщается[9], что официальные

(ФАО) данные по общемировому вылову рыбы за последние шестьдесят лет занижены более чем наполовину[10] из-за зачастую неучитываемого мелкомасштабного рыболовства, нелегального и иного сомнительного лова, а также выброшенного прилова[11]. Все это – неучтенное множество рыб, и они умирают ужасной смертью. Основные причины гибели рыб[12] при промышленном лове – удушье при вытаскивании из воды, декомпрессия из-за изменения давления при подъеме на поверхность, раздавливание весом тысяч других особей, поднятых на борт огромными сетями, и выпадение внутренностей, когда рыбы оказываются на суше.

Независимо от того, какую оценку вы возьмете, головокружительные цифры вроде этих стремятся скрыть то, что каждая рыба является уникальным индивидуумом, не только со своей биологией, но и со своей биографией. Каждая особь луны-рыбы[13], китовой акулы, ската манты и групера не только имеет отличительный внешний вид, по которому можно распознавать отдельных особей, но и обладает собственной неповторимой внутренней сущностью. И именно в ней находится точка отсчета для изменений в отношениях между человеком и рыбой. То, что каждая рыба, словно снежинка, единственна в своем роде, – биологический факт. Но, в отличие от снежинок, рыбы – живые существа. И это вовсе не пустяковое различие. Когда мы начнем воспринимать рыб как обладающих сознанием индивидуумов, мы сможем выработать новое отношение к ним. Как говорится в бессмертных строках поэта: «Не изменилось ничего, лишь отношение мое – но это изменило все»[14].

Часть I
Неверно понятая рыба

Мы не оставим исканий,
И поиски кончатся там,
Где начали их; оглянемся,
Как будто здесь мы впервые[1].

Т. С. Элиот[15]

То, что мы небрежно именуем «рыбами», фактически представляет собой целое множество невероятно разнообразных животных. По данным FishBase – крупнейшей[16] и чаще всего используемой для справок компьютерной базы данных по рыбам, – по состоянию на январь 2016 года было описано 33 249 видов из 564 семейств и 64 отрядов[17]. Это больше, чем число всех видов млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и земноводных, вместе взятых. Когда мы говорим о «рыбе»[18], речь идет примерно о 60 % всех известных позвоночных животных Земли.

Почти все современные рыбы – представители одной из двух основных групп: костных и хрящевых рыб. Костистые[19] рыбы, носящие научное название Teleostei (от греческого *teleios* – полный и *osteon* – кость), в наше время составляют подавляющее большинство рыб и насчитывают примерно 26 000–32 000 видов, среди которых такие знакомые нам, как лососи, сельди, окуни, тунцы, угри, камбалы, золотые рыбки, карпы, щуки и гольяны. Хрящевые рыбы, или Chondrichthyes (*chondr* – хрящ и *ichthys* – рыба), насчитывают примерно 1300 видов, включая акул, скатов и химер[20]. Представители обеих групп имеют все десять систем органов, характерных для наземных позвоночных[21]: скелетную, мышечную, нервную, сердечно-сосудистую, дыхательную, сенсорную, пищеварительную, репродуктивную, эндокринную и выделительную[22]. Третья четко отличимая группа рыб[23] – бесчелюстные рыбы, или Agnatha (*a* – без и *gnatha* – челюсти), – маленькая группа, объединяющая около 120 видов и включающая миног и миксин[24].

Мы условно разделяем обладающих позвоночником животных на пять групп: рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие. Это может запутать, потому что не

отражаются глубокие различия между рыбами. Костистые рыбы отличаются от хрящевых примерно в той же степени, в какой млекопитающие – от птиц. Возможно, тунец приходится более близким родственником человеку, чем акуле[25], а латимерия – «живое ископаемое», впервые обнаруженное в 1937 году, – находится на древе жизни ближе к нам, чем к тунцу. Так что существует как минимум *шесть* основных групп позвоночных, если принимать во внимание хрящевых рыб.

Иллюзия родства всех рыб отчасти объясняется ограничениями эволюции в плане эффективного движения в воде[26]. Плотность воды примерно в 800 раз больше, чем плотность воздуха, поэтому водный образ жизни у позвоночных животных имеет тенденцию благоприятствовать появлению обтекаемых форм, мускулистых тел и уплощенных конечностей (плавников), которые производят толчок вперед. Все это минимизирует сопротивление воды.

Жизнь в более плотной среде также существенно снижает действие силы тяжести. Выталкивающая сила воды освобождает водные организмы от неблагоприятного действия веса на наземных существ. Поэтому самые крупные животные – киты – живут в воде, а не на суше. Эти факторы также помогают объяснить небольшой относительный размер мозга (отношение веса мозга к весу тела) у большинства рыб, который говорит не в их пользу при нашем цереброцентрическом[27] взгляде на другие формы жизни. Рыбы получают пользу от наличия крупных и сильных мускулов, которые двигают их в воде, более плотной, чем воздух, и от жизни в фактически невесомом окружении, означающем, что ограничение размера тела относительно размера мозга не приносит никакой выгоды.

В любом случае размер мозга не всегда имеет существенное значение для когнитивных способностей. Как заметила Сай Монтгомери[28] в работе об уме осьминога[29], всем сведущим в электронике известно: миниатюризировать можно все, что угодно. Маленький кальмар может научиться прохождению лабиринта быстрее, чем собака, а маленькая рыбка бычок сможет с одной попытки запомнить топографию приливной заводи, плавая по ней во время прилива. Если на подобное способны люди, то очень немногие. Первые рыбообразные существа возникли в кембрийский период, около 530 миллионов лет назад[30], и были совсем не большого размера. Значительным прорывом в эволюции рыб (и всех их потомков) было появление челюстей – примерно через 90 миллионов лет, в силурийский период. Челюсти позволили этим первым позвоночным схватывать и размельчать пищевые объекты и увеличить размеры

головы, чтобы с силой засасывать добычу; это очень сильно расширило доступное им обеденное меню. Мы можем также считать челюсти первым «швейцарским армейским ножом» природы, потому что они способны выполнять и другие функции, включая манипуляцию предметами, рытье нор, переноску материала для постройки гнезд, транспортировку и защиту молодняка, передачу звуков и общение (как, например, «не приближайтесь ко мне, или я вас укушу»)[31]. Обладание челюстями подготовило сцену для расцвета многообразия рыб, в том числе для первых суперхищников, в течение девонского периода, известного также как «век рыб». Большинство девонских рыб были *плакодермами* (пластинокожими)[32]; у них была очень твердая, отчасти окостеневшая кожа на головном конце тела и преимущественно хрящевый скелет. Самые крупные плакодермы были огромны: длина тела некоторых представителей родов *Dunkleosteus* и *Titanichthys* явно превышала 9 метров[33]. У этих рыб совсем не было зубов, но они могли резать и раздавливать добычу двумя парами острых костяных пластин, образующих челюсти[34]. Их окаменелости часто обнаруживают с комьями полупереваренных рыбьих костей; предполагается, что они отрыгивали их, как делают некоторые современные совы.

Хотя время плакодерм ушло вместе с девонским периодом и закончилось 359 миллионов лет назад, природа позволила некоторым экземплярам сохраниться столь превосходно, что палеонтологи сумели обнаружить кое-какие интригующие аспекты их жизни. Одной из особенно информативных находок из местонахождения окаменелостей Гого в Западной Австралии оказалась *Materpiscis attenboroughi* (в переводе это означает «мать-рыба Аттенборо»), названная по имени культового британского режиссера фильмов о природе Дэвида Аттенборо, который восторгался ископаемыми рыбами в своем документальном сериале 1979 года «Жизнь на Земле». Этот экземпляр превосходно сохранился в объеме, что позволило осторожно убрать слои отложений и исследовать внутреннее содержимое. Ученые обнаружили хорошо развитого детеныша *Materpiscis attenboroughi*, прикрепленного к матери пуповиной. Это открытие сдвинуло возникновение внутреннего оплодотворения на 200 миллионов лет в прошлое и добавило в жизнь ранних рыб эротические нюансы. Насколько мы знаем, способ осуществить внутреннее оплодотворение только один: секс с использованием полового органа. Аттенборо выразил неоднозначное отношение к этому открытию и к сделавшему его австралийскому палеонтологу Джону Лонгу[35] в своей общественной лекции: «Это первый

известный пример спаривания каких-либо позвоночных за всю историю жизни… и он назвал его в мою честь».

Несмотря на наличие у плакодерм сексуальных отношений, более яркое будущее ждало все же костных рыб, возникших примерно в то же самое время[36]. Хотя они пострадали от значительных потерь во время третьего крупного вымирания, завершившего пермский период, но устойчиво наращивали разнообразие на протяжении следующих 150 миллионов лет – в триасовый, юрский и меловой периоды. Позже, около 100 миллионов лет назад, они достигли настоящего расцвета. С того времени до наших дней количество известных семейств костных рыб увеличилось более чем впятеро. Однако летопись окаменелостей раскрывает свои тайны неохотно, так что могут существовать гораздо более ранние семейства рыб, все еще сокрытые в камне.

Подобно своим костным собратьям, хрящевые рыбы также стабильно оправлялись после пермского краха[37], хотя и без взрывного роста многообразия в последующие эпохи. Насколько мы знаем, видов акул и скатов сейчас больше, чем когда бы то ни было в прошлом. И мы начинаем обнаруживать, что действительные факты о них входят в противоречие с их грозной репутацией.

Разнообразные и разносторонние

Из-за того что наблюдать за жизнью рыб сложнее, чем за жизнью большинства наземных животных, понять их нелегко. По данным Национального управления океанических и атмосферных исследований (США)[38], исследовано менее 5 % Мирового океана. Глубоководная зона – самая обширная среда обитания на Земле[39], и там можно найти представителей существенной части земных животных. Семимесячное исследование, включавшее зондирование эхолотом мезопелагической зоны (100–1000 метров под поверхностью океана), результаты которого опубликованы в начале 2014 года, позволило сделать вывод о том, что там живет в 10–30 раз больше рыб, чем считалось ранее.

Почему бы и нет? Вы могли столкнуться с широко распространенным представлением о том, что жизнь на больших глубинах невероятно сложна для обитающих там существ. Это представление весьма поверхностно[40]: огромное давление слоев океана явно доставляет глубоководным существам не больше беспокойства, чем нам – давление атмосферы над нами,

примерно десять тонн на квадратный метр. Как объясняет специалист по экологии океана Тони Кослоу в книге «Безмолвная бездна» (The Silent Deep), вода – относительно несжимаемое вещество, поэтому давление в глубинах моря оказывает меньшее воздействие, чем мы обычно думаем: давление внутри организма примерно такое же, как снаружи[41].

Технологии лишь начинают позволять нам заглядывать в океанские глубины[42], но даже в доступных местах обитания многие виды еще остаются неоткрытыми. Между 1997 и 2007 годами в одном только бассейне реки Меконг в Азии было обнаружено 279 новых видов рыб[43]. В 2011 году открыто четыре вида акул. Учитывая текущие темпы процесса, эксперты предсказывают[44], что общее количество описанных видов рыб достигнет примерно 35 000. С учетом прогресса в развитии методов распознавания видов на генетическом уровне, полагаю, оно могло бы быть еще на много тысяч больше. Когда я изучал летучих мышей в аспирантуре в конце 1980-х годов, было идентифицировано 800 видов; на сегодняшний день это число выросло до 1300.

Видовое разнообразие связано с внешним, и среди множества представителей рыбьего царства попадаются примечательные крайности и примеры причудливых жизненных циклов. Одна из самых маленьких рыбок (и самое малое позвоночное) – крохотный бычок, обитающий в одном из озер филиппинского острова Лусон[45]. Взрослая особь *Pandaka pygmaea* достигает всего лишь 8,5 миллиметра в длину и весит примерно 4,25 миллиграмма[46]. Если поместить триста этих рыб на чашку весов, они не сравняются по весу с американским пенни. Некоторые самцы глубоководных рыб-удильщиков не намного крупнее – их длина чуть больше сантиметра[47]; недостаток размера они восполняют явной дерзостью своего способа существования. Обнаружив самку, самцы глубоководных удильщиков вцепляются ртом в ее тело и пребывают там до конца своих дней. Не имеет особого значения, где самец вцепился в самку – на ее животе или голове: в итоге они срастаются друг с другом. Самец во много раз мельче самки и представляет собой нечто лишь немногим большее, чем видоизмененный плавник; он живет за счет снабжения кровью самки и оплодотворяет ее. На одной самке могут оказаться трое или больше самцов, торчащих на ее теле, словно недоразвитые конечности.

Это выглядит как отвратительная форма сексуального домогательства; ученые назвали это явление *сексуальным паразитизмом*. Но происхождение столь необычной системы брачных отношений не так постыдно. Считается, что на

800 000 кубических метров воды встречается одна самка удильщика[48]. Это означает, что самец должен найти цель размером с футбольный мяч в темном пространстве размером (объемом) с футбольный стадион. Таким образом, удильщикам ужасно трудно отыскать друг друга в бескрайней тьме океанской бездны, и тогда мудрым шагом будет просто повиснуть на вашем брачном партнере, если вы его отыщете. Когда в 1975 году Питер Гринвуд и Дж. Р. Норман готовили третье издание «Истории рыб» (A History of Fishes)[49], не было обнаружено ни одного свободноплавающего взрослого самца удильщика, и ведущие ихтиологи полагали, что единственная альтернатива успешному сцеплению рыб – смерть. Но Тэд Питш из Вашингтонского университета, куратор коллекции рыб в Музее естественной истории и культуры имени Берка и ведущий мировой эксперт по глубоководным удильщикам, сообщил мне, что в настоящее время в коллекциях образцов по всему миру имеются сотни свободноживущих (некогда) самцов[50].

В обмен на совершенно пассивное существование самца самке больше никогда не приходится задумываться над тем, где находится ее брачный партнер субботним вечером. Оказывается, некоторые самцы действительно представляют собой нечто лишь немногим большее, чем просто придаток.

Еще одно величайшее достижение рыб – их плодовитость, которая также остается непревзойденной среди всех позвоночных. Одна самка мольвы длиной полтора метра и весом 24,5 кг несла в своих яичниках 28 361 000 икринок[51]. Но даже это достижение бледно выглядит в сравнении с 300 миллионами икринок, которые откладывает луна-рыба, самая крупная из всех костистых рыб. То, что столь величественное существо может быть результатом такого скромного родительского вклада[52], как крохотная икринка, оставленная в толще воды, могло бы склонить чашу весов в сторону общего предубеждения к рыбам, якобы не достойным нашего уважения. Но в этом – и напоминание о том, что каждое живое существо начинается с единственной клетки. И, как мы увидим в разделе «Формы родительской заботы», многие рыбы выраженно заботятся о потомстве. Из скромной икринки размером меньше буквы «о» в слове «мольва» может вырасти особь почти двух метров длины, и это еще одно превосходное достижение рыб: настолько сильно они могут увеличиваться в размерах с начала своего индивидуального жизненного цикла. Одним из рекордсменов по росту среди позвоночных можно назвать острохвостую луну-рыбу[53]. Пусть она и не обладает обтекаемой формой тела (название семейства Molidae указывает на форму тела, подобную

жернову[54]), но к моменту взросления она вырастает с 2,5 миллиметра до 3 метров и может увеличить свой вес в 60 миллионов раз.

Акулы находятся на противоположном конце шкалы плодовитости рыб. Некоторые виды производят на свет лишь по одному детенышу в год. И это лишь после того, как они достигают половой зрелости, что у некоторых видов может занимать четверть века или больше. В некоторых частях своего ареала акулы катраны – интенсивно промышляемые виды, которых вы могли бы анатомировать, проходя курс биологии в колледже[55], – достигают возраста в среднем тридцати пяти лет, прежде чем окажутся готовыми к размножению. Некоторые акулы обладают плацентой, сопоставимой по сложности с таковой у млекопитающих[56]. Беременностей может быть мало, и их может разделять большой отрезок времени, а сама беременность может быть долгой. Плащеносные акулы предположительно вынашивают детенышей дольше трех лет[57], это самая долгая беременность в природе, известная нам. Я практически уверен, что их не тошнит по утрам.

Ни катраны, ни другие рыбы не умеют летать, но они могли бы выиграть мировое первенство по глиссированию на воде. Больше всего славятся этим летучие рыбы, около семидесяти видов которых заселяют поверхность открытого океана. Летучие рыбы отрастили очень большие грудные плавники, работающие как крылья. Готовясь к полету, такая рыба может развивать скорость 64 км/ч, а в полете нижняя лопасть хвоста может быть опущена в воду и использоваться в качестве дополнительного ускорителя, чтобы продлить полет до 365 метров и более[58]. Летают рыбы обычно над самой поверхностью воды, но иногда порывы ветра возносят этих воздушных акробаток на 4–6 метров вверх. Этим можно объяснить то, что они иногда приземляются на палубах судов. Интересно, не дыхательные ли ограничения жабродышащего существа мешают летучим рыбам полноценно махать своими «крыльями», летая по-настоящему? Рыбы нескольких других групп также выпрыгивают в воздух. Среди них – харацинообразные Южной Америки и Африки, а также – не думал, что их название звучит скорее как цирковой номер – долгоперы[59].

Если говорить о рыбьих достижениях и названиях, то одно из самых длинных явно принадлежит рыбе, символизирующей штат Гавайи, – спинорогу (*Rhinecanthus rectangulus*), известному местным жителям как *humuhumunukunukuapua'a* (перевод: рыба, которая шьет иголкой и хрюкает, как свинья). Возможно, приз за самое нелестное название должен получить удильщик,

прозванный «волосато-челюстный мешкорот» (*Lasiognathus saccostoma)*, а за самое нелепое – «саркастичный окаймленноголов»[60]. На звание носителя самого непристойного названия я выдвигаю маленького прибрежного обитателя, губана *Halichoeres bivittatus*[61].

Но в действительности же самые захватывающие новости о рыбах – это непрерывная череда открытий, касающихся того, как они думают, чувствуют и проживают свою жизнь. В настоящее время вряд ли пройдет хоть одна неделя без нового показательного открытия из области биологии и поведения рыб. Тщательные наблюдения на рифах раскрывают полные нюансов симбиотические взаимоотношения рыб-чистильщиков и их клиентов, которые бросают вызов человеческому самомнению, низводящему рыб до тупых существ с крохотными мозгами и рабов инстинкта. И печально известная трехсекундная память рыб была опровергнута простыми лабораторными исследованиями. На следующих страницах мы увидим, что рыбы – не просто умные, но и сознающие, общительные, социальные, способные использовать инструменты, добродетельные и даже беспринципные существа.

Не такие уж неважные

Среди позвоночных – млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных и рыб – именно рыбы наиболее чужды нашему пониманию. Игнорировать рыб, лишенных воспринимаемой человеческим глазом мимики и кажущихся немыми, легче, чем наших дышащих воздухом собратьев. Рыбье место в человеческой культуре почти повсеместно низведено до двух переплетенных друг с другом контекстов: «то, что можно поймать» и «то, что можно съесть». Ловля рыбы удочкой и вытаскивание ее из воды считались не просто каким-то полезным занятием, но символом всего хорошего, что есть в жизни. Рыбалка без всяких на то причин появляется в рекламе, а логотип одной из самых любимых киностудий Америки, DreamWorks, изображает отдыхающего мальчика с удочкой, похожего на Тома Сойера. Приверженцы одного из направлений вегетарианства, пескетарианства, едят рыбу, словно между треской и огурцом нет никаких различий с точки зрения морали.

Почему же мы склонны выводить рыб за пределы нравственного отношения? Одна из причин – то, что они «холоднокровные» (обывательский термин с малой степенью доверия со стороны науки). Я не понимаю, почему наличие или

отсутствие встроенного термостата[62] должно иметь хоть какое-то отношение к моральному статусу организма. В любом случае у большинства рыб кровь не холодная. Рыбы – пойкилотермные животные; это означает, что температура их тела управляется внешними факторами, особенно водой, в которой они живут. Если они живут в теплых тропических водах, их кровь становится теплой; если же они обитают в ледяной бездне океанских глубин или полярных областей (там довольно много видов рыб), температура их тела колеблется возле точки замерзания.

Но даже такое описание оказывается недостаточным. Тунцы, меч-рыбы и некоторые акулы частично эндотермны: они могут поддерживать температуру тела выше, чем у окружающей их среды[63]. Они добиваются этого, удерживая тепло, выделяемое их мощными и активными плавательными мышцами[64]. Обыкновенные (синеперые) тунцы могут поддерживать температуру тела на 9–10 °C выше температуры окружающей воды. Аналогичным образом у многих акул имеется крупная вена, которая обогревает центральную нервную систему, отводя теплую кровь от плавательных мышц внутри тела к спинному мозгу[65]. Крупные хищные мечерылые рыбы (марлины, меч-рыбы, парусники, копьеносцы) используют это тепло для обогрева мозга и глаз, чтобы обеспечить их оптимальную работу в холодных глубинных водах[66]. В марте 2015 года ученые описали явление эндотермии у опаха[67], который поддерживает температуру своего тела примерно на 5 °C выше, чем у холодной воды, в которой он плавает на глубине около километра, благодаря теплу, выделяемому при взмахах длинных грудных плавников и сохраняемому при помощи противоточной системы теплообмена в жабрах.

Другое предубеждение в отношении рыб, за которое мы уцепились, – то, что они «примитивные», то есть предположительно простые, недоразвитые, глупые, негибкие и бесчувственные. Рыбы «старше моего рассвета»[68], как написал Д. Г. Лоуренс в своей поэме «Рыба» в 1921 году.

Никто не подвергает сомнению тот факт, что рыбы существовали в нашем мире с давних времен, но именно это представление приводит к ошибке – навешиванию на рыб ярлыка примитивных существ. Предполагается, что те виды, что остались в воде, прекратили эволюционировать в тот момент, когда некоторые из них выбрались на берег. Но это представление идет полностью вразрез с неустанным процессом эволюции[69]. Мозг и тело у всех ныне живущих позвоночных – сложный комплекс примитивных и продвинутых особенностей. С течением времени, которого у них было предостаточно, естественный отбор

сохраняет то, что работает, и отсеивает все остальное[70].

Все виды рыб, жившие на заре эпохи ног и легких, давно исчезли. Примерно половина их видов, которых мы видим на планете в наше время, принадлежит к группе под названием Percomorpha, которая пережила бурный этап видообразования всего лишь 50 миллионов лет назад[71] и достигла пика многообразия около 15 миллионов лет назад; тогда же в процессе эволюции появилось и надсемейство человекообразных обезьян Hominoidea, к которому принадлежим мы сами[72].

Так что примерно половина видов рыб не более «примитивна», чем мы[73]. Но потомки ранних рыб эволюционировали на целые геологические эпохи дольше, чем их наземные коллеги, и в этом отношении рыбы оказываются наиболее высокоразвитыми из позвоночных[74]. Вы можете удивиться, если узнаете, что рыбы обладают генетическими механизмами для образования пальцев (и это показывает, насколько близки рыбы к современным млекопитающим). Просто в ходе эволюции они приобрели не пальцы, а плавники, лучше подходящие для передвижения в воде. Не стоит забывать и о сегментированной мускулатуре. *Rectus abdominis* – живот с «кубиками», который украшает торс наших самых накачанных атлетов (и есть у всех нас, хотя у некоторых спрятан под толстоватым слоем жировой ткани), – ведет начало от осевой сегментации мускулатуры, впервые образовавшейся у рыб. Как напоминает нам название популярной книги Нила Шубина «Внутренняя рыба», нашими предками (равно как и предками современных рыб) были ранние рыбы, и наши тела снабжены видоизмененными структурами, происхождение которых можно отследить до общих водных предков.

Более древний организм – не обязательно более простой. Эволюция не стремится неуклонно к увеличению сложности и размеров. Самые крупные динозавры были не просто значительно крупнее, чем современные пресмыкающиеся: недавно палеонтологи обнаружили свидетельства того, что они были социальными существами, способными на родительскую заботу и на как минимум не менее сложные виды коммуникации, чем современные рептилии. Точно так же крупнейшие наземные млекопитающие исчезли тысячи или миллионы лет назад, в то самое время, когда разнообразие млекопитающих было особенно велико[75]. Настоящий Век млекопитающих закончился. Мы склонны считать последние 65 миллионов лет Веком млекопитающих, но в течение этого же самого времени видов костистых рыб стало значительно больше. Век костистых рыб[76] – может быть, это звучит не так уж заманчиво, но зато более точно.

Эволюция не только не идет прямым путем в сторону увеличения сложности: она не является и процессом усовершенствования. При всей элегантности, с которой адаптация позволяет животным функционировать оптимальным образом, ошибкой было бы считать, что животные совершенным образом подогнаны под среду обитания. Такого просто не может быть, потому что среда обитания не статична. Смена погоды, геологические изменения вроде землетрясений и извержений вулканов, а также постоянный процесс эрозии – все это делает животных движущимися мишенями. Даже если не принимать во внимание нестабильность условий, природа сама по себе устроена неидеально. Неизбежно возникают компромиссы. К примеру, у людей есть аппендикс, зубы мудрости и слепое пятно в том месте, где зрительный нерв проходит сквозь сетчатку. Компромисс для рыб – это необходимое для дыхания закрывание жаберных крышек, которое дает ей толчок вперед. Если рыба желает оставаться на месте, когда отдыхает, она должна компенсировать этот импульс, создаваемый жаберными крышками. Вот почему редко можно увидеть стоящую на месте рыбу, у которой не движутся грудные плавники[77].

По мере того как мы все больше узнаём о рыбах, их эволюции или поведении, растет и способность человека соотносить их существование с собственным. Самое важное в сопереживании – умении влезать в чужую шкуру или, в данном случае, чешую – это понимание чужого опыта. А важнее всего в этом – оценка чужого мира ощущений.

Часть II
Что чувствует рыба

Действительности нет.
Существует одно только восприятие.

Гюстав Флобер[78]

Что видит рыба

…Золотисто-красные,
драгоценные, зеркально-светлые
глаза.

Д. Г. Лоуренс. Рыба[79]

Нас учат, что есть пять чувств: зрение, обоняние, слух, осязание и вкус. По правде говоря, это ограниченный список. Подумайте, какой унылой была бы жизнь, не будь у нас чувства удовольствия! Мысль о жизни без боли может показаться привлекательной, но что было бы, не ощущай мы, что положили руку на раскаленную печь? Без чувства равновесия мы не смогли бы нормально ходить, не говоря уже о том, чтобы ездить на велосипеде. Без способности чувствовать давление умелое обращение с ножом и вилкой превратилось бы в задачи, требующие геркулесовых усилий для концентрации[80]. Как и следует ожидать от существ, у которых было предостаточно времени на эволюцию, рыбы обладают разнообразными и прогрессивными способами чувственного восприятия.

Одна из моих любимых концепций, усвоенная еще в студенческие годы в курсе поведения животных, называется «умвельт». Термин предложен в самом начале XX века немецким биологом Якобом фон Икскюлем. Под умвельтом животного обычно подразумевается его воспринимаемый мир. Из-за различий в органах восприятия разные виды могут воспринимать мир по-разному, даже если населяют одну и ту же среду обитания.

Например, совы, летучие мыши и ночные бабочки летают в ночное время, но все же различия в их биологии предсказывают различия в их умвельтах. Совы во время ловли добычи полагаются главным образом на зрение и слух. Летучие мыши также зависят от слуха, но пользуются им совсем иначе: интерпретируют эхо от собственных высокочастотных сигналов, охотясь и ориентируясь при помощи эхолокации. Ночные бабочки, будучи беспозвоночными, могут оказаться наименее близкими к нам среди всей этой тройки с позиции нашего собственного умвельта, но мы знаем, что они обладают хорошим зрением[81] и могут находить брачных партнеров на большом расстоянии благодаря своим превосходным детекторам запахов. Знание того, как работают чувства того или иного вида, в какой-то степени способствует пониманию тайн его чувственного опыта.

Умвельты рыб будут ожидаемо отличаться от нашего, поскольку рыбы эволюционировали в воде, а не на воздухе. Но эволюция – дизайнер-эконсерватор, склонный крепко цепляться за хорошую идею. Подходящий пример – глаза. За исключением отсутствия век[82], глаза рыб напоминают наши[83]. Как и у большинства позвоночных[84], глазные яблоки костных рыб обслуживаются тремя парами мышц, которые поворачивают глаз вокруг всех осей, а также поддерживающими связками. Входящая в состав так называемого колокола Галлера особая мышца, ретрактор хрусталика, позволяет рыбе сфокусироваться на пузырьках, которые поднимаются, кружась, из распылителя воздуха, или на прямоходящем существе, пристально разглядывающем их с другой стороны стекла. Такая система зрения выработалась у ранних рыб, эволюционных предков сухопутных животных. У самых мелких рыб заметить повороты глаз нелегко, но приглядитесь повнимательнее в следующий раз при посещении океанариума – и вы сумеете различить движения глаз крупных особей, когда они перемещают свой взгляд и смотрят на различные элементы окружающей обстановки.

Обладая сферическим хрусталиком[85] с высоким *показателем преломления* (абсолютный показатель равен отношению фазовых скоростей света в вакууме и в среде, в данном случае – в хрусталике), рыба может видеть под водой так же отчетливо, как мы на воздухе. У рыбы нет ни слезных желез, ни слезных протоков, ни век для увлажнения чувствительной поверхности глаз: это им не нужно, потому что глазное яблоко постоянно остается чистым и влажным благодаря воде, в которой плавает рыба.

Морские коньки, морские собачки, бычки и камбалы усовершенствовали мускулатуру своих глаз, чтобы позволить каждому глазу поворачиваться независимо от другого, как у ящериц-хамелеонов[86]. Из этого я могу лишь сделать вывод о том, что существо, снабженное таким приспособлением, может анализировать два поля зрения одновременно. Это выглядит настолько непохожим на работу человеческого мозга, что, когда я пробую представить себе мысленное восприятие двух независимых полей зрения, каждое из которых контролируется сознательно, это выходит за рамки моего умвельта не меньше, чем попытка представить себе край Вселенной. Хотя команда ученых из Израиля и Италии смоделировала зрительную систему хамелеонов, построив «голову робота» с двумя независимо перемещающимися камерами[87], мне не известно ни одной попытки понять, как единственный мозг обрабатывает поступающие от них данные. Думает ли хамелеон о двух вещах

одновременно, когда один его глаз нацелен на сочного кузнечика на соседнем прутике, а другой в то же время ищет веточку наверху, чтобы проложить лучший маршрут для подхода? Может ли морской конек одним глазом высматривать потенциального брачного партнера, а другим – отслеживать движения затаившегося в засаде хищника? Мой мозг, подобный дороге с односторонним движением, этого не может. Если я читаю газету, а в это время по радио передают программу This American Life, разум может переключаться туда-сюда между этими источниками информации, но, как бы я ни старался, мне не удалось бы воспринимать оба потока одновременно. Не сумел бы я и осмыслить зрительные ощущения камбал, особенно на раннем этапе их детства. Молодые камбалы похожи на любых других обычных рыб: они плавают вертикально, с одним глазом на каждой стороне тела. Затем, в процессе перехода к взрослой жизни, они подвергаются причудливой трансформации: один из глаз переползает на другую сторону морды. Это напоминает реконструктивную хирургию лица, только в замедленном движении и без скальпелей и швов. Процесс даже не всегда протекает медленно. Полное перемещение занимает всего лишь пять дней, если речь о звездчатой камбале[88], и менее одного дня – у некоторых других видов. Если у рыб есть период юношеской нескладности, то это время у камбал вполне можно считать таковым.

В обмен на унизительную необходимость носить оба глаза рядом друг с другом на одном боку камбала получила невероятное бинокулярное зрение. Ее глаза торчат на теле, словно гордые соседи, и каждый может поворачиваться независимо от другого. (Может быть, камбалы – это единственные рыбы, способные увидеть себя, глядя себе же в глаза?) Бинокулярное зрение – это полезная адаптация к образу жизни, подразумевающему залегание в засаде на песчаном или каменистом дне, искусный камуфляж на фоне субстрата и выжидание возможности схватить молниеносным выпадом ничего не подозревающую креветку или другое невезучее существо, проходящее мимо. Обладая превосходным ощущением глубины, камбала способна наилучшим образом выбрать подходящее время и место для устройства засады.

То, что у всех камбалообразных (отряда, насчитывающего свыше 650 видов, среди которых морские языки, тюрбо, палтусы, ложнопалтусы (паралихтиевые) и косороты) глаза расположены на одной стороне, может служить подтверждением адаптивности этого признака. Некоторые виды называют «правосторонними камбалами»: после того как их левый глаз мигрирует на правую

сторону тела, они всегда лежат на левом боку. Другие камбалы – левосторонние. Несмотря на свои прекрасные адаптации, многие виды атлантических камбал и морских языков в настоящее время находятся под угрозой исчезновения из-за перепромысла.

Рыба четырехглазка, которая населяет пресные и солоноватые воды вдоль Атлантического побережья Центральной и Южной Америки, также обладает необычной анатомией глаз. Эти дальние родственники гуппи и естественные изобретатели бифокальной линзы приобрели четкую границу между верхней и нижней частью сетчатки глаза. Рыба плавает так, что линия этой границы точно совпадает с плоскостью поверхности воды; надводная часть глаз обеспечивает идеальное зрение на воздухе, а погруженная в воду – приспособлена к водной среде. Разная экспрессия генов фоторецепторов в разных участках сетчатки[89] делает верхние глаза чувствительными к длинам волн зеленого света, которые преобладают в воздухе, а нижние – к длинам волн желтого света, характерным для мутных вод. Это полезный набор оптических инструментов, если хочется найти аппетитный кусочек внизу, но при этом не оказаться жертвой внезапного нападения голодной птицы сверху.

Самые крупные и быстрые хищные рыбы открытого океана, в том числе меч-рыбы, тунцы и некоторые акулы, полагаются при ловле добычи на скорость и острое зрение. Глаза меч-рыбы длиной 3,65 метра могут насчитывать 10,16 сантиметра в поперечнике. Однако охота под водой ставит перед зрением целый ряд затруднений. Если вы когда-нибудь заходили в пещеру без фонарика, то можете попытаться представить, какие ощущения испытывают рыбы, когда ныряют глубоко в воду, где меньше света, помогающего видеть[90]. Есть и другая проблема: температура воды падает с увеличением глубины, а холод тормозит работу мозга и мускулатуры, затягивая время ответа.

Чтобы преодолеть тормозящее воздействие холода, некоторые рыбы выработали хитроумные способы улучшения функционирования мозга и глаз: они используют производимое их мускулами тепло, чтобы снабжать энергией органы чувств для повышения их работоспособности. Меч-рыбы могут нагревать свои глаза на 10–15 °C выше температуры воды[91]. Нагрев производится путем противоточного обмена между приносящими и выносящими кровеносными сосудами, окружающими глазные мышцы[92]. Артерии, приносящие холодную кровь от сердца и вен, нагреваются с помощью особого тепловыделяющего органа в одной из глазных мышц. Эти сосуды образуют частую ажурную сеть, увеличивающую теплообмен между ними. Исследования глаз, взятых у свежепойманных меч-рыб, указывают на то, что

такая стратегия нагрева более чем вдесятеро улучшает способность рыбы отслеживать быстрые изменения в движениях добычи.

В отличие от меч-рыб многие акулы предпочитают охотиться в ночное время, когда уровень освещенности чрезвычайно низок. Глаза акул, в высшей степени приспособленные к жизни в их владениях, снабжены слоем отражающих клеток под названием *tapetum lucidum* (*лат.* «блестящий ковер»), прилегающим к сетчатке. Свет, попадающий на этот слой, отражается обратно в глаз акулы, воздействуя на сетчатку дважды и удваивая ночное зрение. Тому же эффекту обязаны «свечением глаз» кошки и другие наземные ночные бродяги. Если бы акулы бродили по суше, вы бы замечали их ночью в свете фар по жутким огням в их глазах[93].

Избегание хищников – не менее важная задача, чем ловля добычи. Будь то в океане, озере или ручье, рыбы пользуются самыми разнообразными зрительными приемами, чтобы держать ситуацию под контролем. Например, для тех из них, кто живет на мелководьях, нижняя сторона поверхности воды действует как зеркало. Это позволяет рыбе видеть отражение объектов, которые находятся вне зоны прямой видимости[94]. Синежаберный солнечник, рыба размером с блюдце, которая живет в мелких водах озер и медленных рек Северной Америки, умеет шпионить за хищной щукой, скрывающейся за дальним краем скалы или зарослей рдеста, разглядывая ее отражение на поверхности воды. Но как аукнется, так и откликнется, и я бы предположил, что хищники также могут использовать эту технику, чтобы тайком следить за своей добычей. Думаю, это можно было бы достаточно легко изучить при их временном содержании в неволе.

Техника использования зеркала, которой пользуется синежаберный солнечник, работает лишь в спокойных водах; в таких условиях рыбы также могут достаточно хорошо видеть, что происходит над поверхностью воды, что позволяет им бросаться в стороны, когда приближается ныряющая птица. Тот факт, что волны на воде ухудшают способность различать объекты над ее поверхностью, мог бы объяснить, почему морские птицы чаще охотятся и ловят больше рыбы среди волн, чем в тихой воде. Преломляющие свойства спокойной воды также улучшают способность рыб видеть объекты на береговой линии[95]. Взяв это знание на вооружение, рыбаки иной раз встают как можно дальше от края воды, чтобы добыче было еще труднее их обнаружить.

Цветные метки и сигнальные огни

Конечно, временами оказывается, что главная задача – именно стать заметнее. Коралловые рифы предоставляют разнообразные возможности для визуальных инноваций. Кораллы живут в тропических морях на небольшой глубине, где высоки температура и уровень освещенности. Свет творит волшебные вещи с цветом – этим и объясняется завораживающий калейдоскоп красок, наблюдаемый на телах рифовых рыб. И действительно, когда ученые в 2014 году обнаружили свидетельство наличия палочек и колбочек у похожего на акулу ископаемого существа, которое жило 300 миллионов лет назад, они предположили, что цветное зрение было изобретено под водой[96][97].

За целые геологические эпохи, что прошли с тех пор, рыбы приобрели некоторые зрительные способности, значительно превосходящие наши. Например, современные костистые рыбы обладают тетрахроматическим зрением[98], позволяющим им видеть большее количество оттенков цветов, чем нам. Мы – трихроматические существа[99]. Это означает, что у нас в глазах имеется лишь три типа светочувствительных белков в колбочках, и наше цветовое восприятие более ограниченно. Глаза рыб обладают четырьмя типами фотопигмента. Некоторые рыбы также видят свет, близкий к ультрафиолетовому (УФ) спектру, где длина электромагнитных волн света короче той, что находится в так называемом видимом спектре. Это помогает объяснить, почему от кожи примерно сотни известных видов из двадцати двух семейств рифовых рыб[100] отражается большое количество УФ-света. Все это заставляет меня задаться вопросом о том, когда сильнее волнуется рыба: наблюдая водолаза, чей гидрокостюм расцвечен голубыми и желтыми продольными полосками, или водолаза в однотонном черном костюме.

В 2010 году ученые сделали открытие, которое иллюстрирует ценность обладания более широким, чем у других, спектром цветов, различаемых при помощи зрения[101]. Их работа была посвящена визуальному общению помацентровых рыб – красочной и разнообразной группы обитателей рифов. Они изучили два вида – амбонского (*Pomacentrus amboinensis*) и лимонного (*Pomacentrus moluccensis*) помацентров, которые населяют одни и те же рифы на западе Тихого океана и с точки зрения человека выглядят одинаково. Амбонские помацентры яростнее всего защищают свои территории от представителей собственного вида. Но как они узнают, что нарушитель границ – не лимонный помацентр? У исследователей появилась догадка, что зрение играло в этом определенную роль. Оказывается, на мордах разных помацентров есть разные узоры, видимые только

в УФ-спектре. Когда исследователи осветили их УФ-светом, проявились привлекательные узоры из точек и дугообразных линий, напоминающие отпечаток пальца, которые отличались у обоих видов едва различимым (для людей), но устойчивым образом. Рыбы, навыки распознавания у которых были протестированы в неволе, могли достоверно демонстрировать правильный выбор, тыкая ртом в изображение представителя своего вида в обмен на награду в виде пищи. Когда же исследователи использовали УФ-фильтры, чтобы убрать эту зрительную информацию, рыбы перестали справляться с испытаниями. К тому же хищники, охотящиеся на помацентров[102], оказались слепыми к ультрафиолетовому свету. Поэтому система «распознавания лиц» у помацентров работает скрытно, не компрометируя камуфляж, который помогает им избегать возможности быть замеченными своими подводными врагами. Это все равно что быть единственным, кто знает, чье лицо скрывается за той привлекательной маской на балу-маскараде.

Тела рыб обладают множеством разнообразных способов самовыражения через цвет. Помимо видовой идентификации, окраска многих рыб передает их сородичам информацию о поле, возрасте, репродуктивном состоянии и настроении. Пигментные клетки в коже содержат каротиноиды и другие вещества, которые отражают теплые цвета: желтый, оранжевый и красный. Белая окраска образуется не пассивно, путем отсутствия пигмента, а активно – при помощи света, отраженного от кристаллов мочевой кислоты в *лейкофорах* (от *leukos* – белый) и гуанина в *иридофорах* (радужные *хроматофоры*). Зеленые, синие и фиолетовые цвета формируются главным образом структурными особенностями кожи и чешуи рыб, а далее различной толщиной этих тканей. Вспомните об очень красочной «рыбе-клоуне» (представьте себе диснеевского персонажа Немо), окраска которой идентифицирует ее как особый вид анемоновых рыб (амфиприонов) и посылает другим рыбам хорошо заметный предупреждающий сигнал о том, что вряд ли стоит следовать за ней в жгучие щупальца актинии, где она живет.

Если ношение яркой одежды полезно, то способность сменять ее может быть еще полезнее. Расширяя или сокращая свои меланофоры – группы клеток, содержащих черные гранулы, – рыбы вроде цихлид и кузовков способны быстро приобретать более темную или светлую окраску[103]. Некоторые рыбы, например камбалы и рыбы-свистульки, замечательным образом контролируют то, какие клетки расширяются или сокращаются, а красочные рыбы коралловых рифов особенно хорошо умеют

управлять интенсивностью своей «плакатной окраски». Они могут усилить яркость, чтобы приманить потенциального брачного партнера или запугать соперника, или же приглушить ее, чтобы успокоить агрессивного конкурента или не быть обнаруженными хищником.

Я думаю, что камбалы (рыбы с мигрирующими глазами, с которыми мы познакомились выше) – чемпионы по манипуляции пигментами с целью слиться с фоном, словно хамелеоны. Вспоминаю, как в средней школе, разглядывая учебник биологии, я наткнулся на изумительную фотографию камбалы на шахматной доске в аквариуме. В течение считаных минут рыба превосходным образом воспроизвела на своей спине шахматную доску. Если взглянуть с некоторого расстояния, камбала практически исчезнет из виду. Эта способность подражать фону при помощи изменения распределения кожных пигментов – сложный и не до конца понятый процесс, который задействует зрение и гормоны. Если один из глаз камбалы поврежден или покрыт песком, у нее возникают трудности с подгонкой своей расцветки к окружению, что указывает на некоторую степень сознательного контроля со стороны камбалы, а не на механизмы, действующие на клеточном уровне.

В окружении друзей и врагов рыбы вынуждены искать компромисс между возможностями быть и не быть обнаруженными. Вблизи поверхности, в фотической зоне, видно практически все[104]. Но с увеличением глубины степень проникновения света в воду падает экспоненциально. Быть видимыми – это, как правило, первоочередная задача для рыб[105], поэтому 90 % видов, живущих в сумеречной зоне на глубине между 100 и 1000 метрами, обладают органами свечения (*фотофорами*), которые служат маяками в темноте. Доля таких видов еще выше у рыб, живущих в полуночной (батипелагической) зоне – обширной бездне на глубинах 2000 метров и более[106], куда совсем не проникает свет. Среди живущих здесь рыб – гоностомовые светящиеся анчоусы и знаменитые удильщики.

Значительную часть света здесь производят люминесцентные бактерии, существующие в древнем симбиозе с рыбами. В обмен на стол и дом светящиеся бактерии приносят своим хозяевам значительную пользу. Если речь заходит о световом шоу, то глубоководные удильщики – настоящие эксперты в этом деле. Они испускают свет из приманки для рыбы, которая отрастает у них от головы[107], а у некоторых видов – также от древовидного выроста, свисающего с нижней челюсти[108]. Светящиеся украшения увеличивают их привлекательность для

потенциальной добычи[109], которая, словно бабочка на пламя свечи, плывет навстречу смерти в челюстях этих хищников-засадчиков. В противоположность этому внезапные вспышки света, испускаемого теми же самыми образованиями, могут использоваться для отпугивания потенциальных хищников. Огни на теле могут также создавать камуфляж, испуская слабое свечение на нижней стороне тела рыбы, делая ее менее видимой на фоне тусклого света, пробивающегося сверху. А когда рыбы хотят провести некоторое время в компании, отличительные световые узоры, создаваемые этими органами, могут помочь в распознавании других особей их собственного вида.

Сребробрюшки характеризуются специфической люминесценцией[110]. *Фотофор*, или скопление испускающих свет бактерий, который самцы несут вокруг глотки[111], светит внутрь тела в сторону особого плавательного пузыря (наполненный газом орган, помогающий регулировать плавучесть) со светоотражающим покрытием. Свет отражается от этого покрытия и выходит наружу через прозрачный участок кожи. Управляя мускульной заслонкой в стенке тела, сребробрюшка устраивает демонстрацию вспышек света. Иногда стая самцов координирует свое свечение, чтобы устроить великолепную демонстрацию, которая, как полагают ученые, представляет собой стратегию, позволяющую привлечь самок к участию в брачных играх.

Фонареглазы, одни из немногих биолюминесцентных рыб, в целом не обитающие в глубоких водах, демонстрируют более прямой подход к освещению и пользуются многофункциональными светильниками, которые состоят из полукруглых органов, расположенных прямо под глазами. Эта пара органов содержит люминесцентные бактерии, чей непрерывно испускаемый свет рыба может включать и выключать, используя мускульную шторку. Подобно сребробрюшкам, фонареглазы собираются по ночам в косяки, где их совместное свечение помогает привлекать, а также освещать добычу, состоящую из зоопланктона. Эти рыбы также пользуются светом, чтобы ускользать от хищников. Когда приближается опасность, преследуемая рыба сохраняет свечение до последнего мгновения, после чего выключает его и меняет направление движения (для чего нужна определенная смелость.) Брачные пары фонареглазов[112] занимают территории над рифом, и, если приближается фонареглаз, вторгшийся в их владения, самка из пары подплывет и даст вспышку света буквально в морду нарушителя, словно говоря: «Скройся с глаз!»

Эти глубоководные световые шоу устраиваются в сине-зеленом спектре, как в большинстве случаев биолюминесценции –

вероятно, потому что такой свет проникает в толщу воды дальше всего. Но есть несколько групп рыб, которые нарушают цветовое правило, – в частности, стомиевые. Названные так за крупную нижнюю челюсть[113], гибкий сустав которой позволяет разевать пасть очень широко[114], эти рыбы могли бы также носить название «рыба-стоп-сигнал» (фактически один род так и называется)[115], потому что мощный луч света, который они испускают из фотофора под каждым глазом, красного цвета[116]. Цвет достигается за счет использования особого флуоресцентного белка у некоторых видов и простого, как правило, желеобразного светофильтра поверх фотофоров у других. Естественно, эволюция позаботилась о том, чтобы стомиевые могли видеть красный цвет благодаря небольшому изменению в гене, ответственном за строение глазного пигмента.

Преимущество этого умения огромно: луч прожектора, который может видеть только тот, кто его испускает. Эти охотники океанской бездны, экипированные подобным образом, могут шпионить за другими животными, не будучи замеченными. И если другие глубоководные рыбы используют свои огни лишь время от времени, мерцая и вспыхивая, чтобы не быть обнаруженными и съеденными, стомиевые смело держат свои огни горящими все время, оставаясь невидимыми и для хищников, и для добычи, которую они безнаказанно преследуют. Это ответ глубоководных жителей на изобретение приборов ночного видения[117].

Ты одурачен!

Вполне очевидно, что рыбы обладают разнообразным и совершенным репертуаром зрительных адаптаций. Их инструменты используются для того, чтобы усовершенствовать зрительные способности, сделать себя более или, наоборот, менее видимым, заявлять о своей видовой принадлежности, приманивать и отпугивать, а также манипулировать.

Но как рыбы воспринимают то, что видят они сами? Каково ментальное восприятие у рыбы и как его можно сравнить с нашим собственным?

Один из способов исследования этого вопроса – оценка оптических иллюзий. Если бы на животное не подействовал зрительный образ, который обманул нас, мы бы увидели, что это животное воспринимает поле зрения чисто механическим путем, как его мог бы «ощутить» робот. Однако если они попадаются на иллюзии так же, как мы сами, это предполагает, что они

обладают сходным с нами мысленным восприятием того, что видят.

Один из множества занимательных результатов, о которых говорится в книге «Алекс и я», трогательных мемуарах Айрин Пепперберг о тридцати годах, проведенных вместе с африканским попугаем жако[118], – то, что эти сообразительные птицы воспринимают оптические иллюзии так же, как и мы: они оказываются обманутыми. Смысл этого, как замечает Пепперберг, состоит в том, что попугаи *буквально видят мир так же, как и мы*.

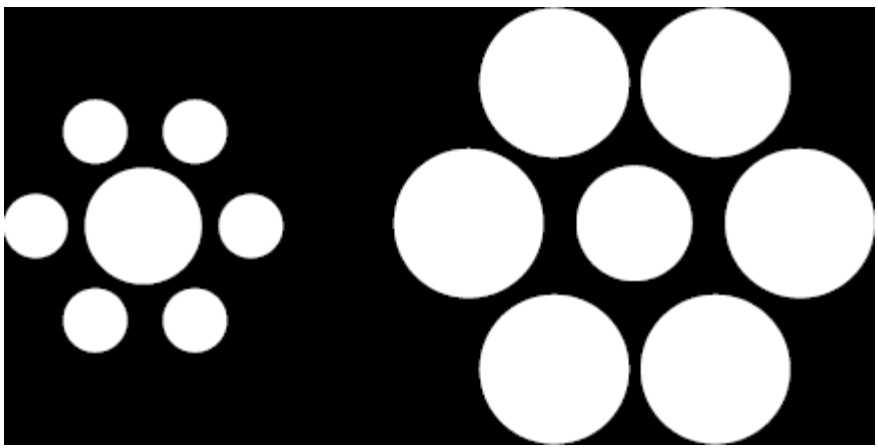


Рис. 1. Иллюзия Эббингауза

Обманывают ли рыб оптические иллюзии? Краснохвостые ксенотоки[119] – маленькие рыбки родом из горных ручьев Мексиканского нагорья – при испытаниях в неволе научились определять больший из двух дисков, чтобы получить в награду пищу. Как только они справились с задачей, ученые предложили им иллюзию Эббингауза – два диска одинакового размера, один из которых окружен дисками большего размера, что заставляет его казаться меньше (по крайней мере, для человеческих глаз), чем другой, окруженный меньшими дисками (см. рис. 1). Ксенотоки предпочитали последний диск.

Этот результат показал ученым, что краснохвостые ксенотоки не воспринимают вещи путем простого ответа на стимулы. Вместо этого на основании собственного восприятия они формируют в уме представления, иной раз не лишенные ошибок. Подобным же образом более раннее исследование выяснило, что краснохвостые ксенотоки также поддаются обману более знакомой иллюзии Мюллера-Лайера[120], в которой две горизонтальные линии кажутся разными по длине (см. рис. 2). Обученные выбору более длинной линии, они выбрали линию, обозначенную буквой B.

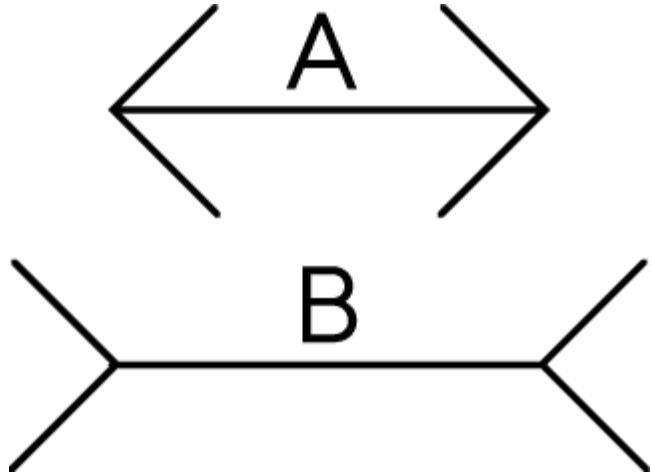


Рис. 2. Иллюзия Мюллера-Лайера

Исследования золотых рыбок и кошачьих акул[121] показывают, что они также реагируют на зрительные иллюзии. Можно обучить золотых рыбок отличать черные треугольники от черных квадратов на белом фоне. Затем, если предложить им треугольник Канижа или квадрат Канижа, они воспримут треугольник и квадрат соответственно. Иллюзии Канижа были разработаны в 1950-х годах итальянским физиологом Гаэтано Канижа. Когда эти фигуры рассматривают люди, они видят белый треугольник (или белый квадрат), которого в действительности нет, непроизвольно «дорисовывая» фигуру (см. рис. 3). Так что мозги золотых рыбок делают то же самое, что и наши: завершают неполную картину.

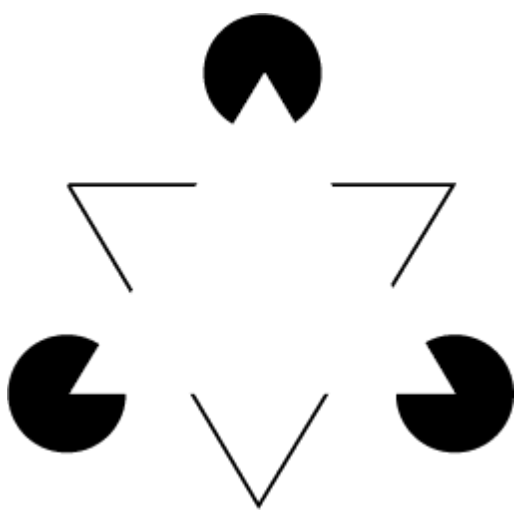


Рис. 3. Треугольник Канижа

Тот факт, что ксенотоки, золотые рыбки и кошачьи акулы могут дополнить предложенную им картину, вовсе не заставляет полагать, что они уникальны среди рыб тем, что поддаются обману зрения. Эти виды были просто выбраны для конкретных исследований. Ксенотоки и золотые рыбки – очень дальние родственники, поэтому кажется вероятным, что оптические иллюзии одурачили бы многих других рыб. Эти виды исследовались по вполне прозаической причине: уход за ними в неволе был хорошо отработан, поэтому использовать их было удобно. Чтобы провести тщательные исследования животных, требуются время, силы и деньги. Поэтому то, что мы знаем о рыбах, – лишь крошечный срез того, что знают *они*.

В игре на выживание рыбы могут использовать зрительное восприятие других рыб, предлагая им иллюзии собственного производства. Один из способов сделать это – отвести нападение хищника в сторону от важных частей тела. По довольно очевидной причине – из-за того, что так вероятнее убить добычу, – хищники стараются атаковать ее голову. О том, что многие подводные хищники склонны метить в глаза, свидетельствует эволюция обманных глазчатых пятен у множества рыб. Примеры рыб, которые получают пользу от этого обмана, включают цихлид, щетинозубых (Chaetodontidae), помацентровых (Pomacanthidae), иглобрюхов, ильную рыбу (*Amia calva*) и целый ряд других видов рыб. Обман может быть усилен различными способами. Как и люди, рыбы с большей вероятностью заметят яркие цвета, так что эти обманные глазчатые пятна чаще всего броско выглядят, тогда как настоящий глаз на другом конце тела может быть довольно невзрачным. Узор на теле молодой императорской рыбы-ангела включает не глазчатое пятно, а «яблочко» мишени, окруженное чередующимися концентрическими кольцами белого и неоново-голубого цвета и работающее столь же успешно; настоящий глаз при этом едва различим среди лабиринта извилистых полосок. У хищника, совершающего бросок ради убийства, не будет времени оценивать детали увиденного, и благодаря уловке с цветом жертва максимум потеряет несколько чешуек.

Дальнейшее усовершенствование – хвостовой конец тела[122], напоминающий по форме голову рыбы. Задний конец тела рыбы каллоплезиопса (*Calloplesiops altivelis*) устроен так, что напоминает морду рыбы-попугая, а настоящий глаз фактически теряется среди созвездия белых пятен, покрывающих все тело, в том числе сами глаза. Поведенческие манипуляции могут еще больше усилить эти эффекты. Ученые наблюдали два вида рыб-бабочек,

которые «переключаются» и медленно плавают задом наперед при первом же признаке неприятностей, а затем, если на них набрасывается хищник, внезапно делают резкий рывок вперед. Если они движутся достаточно быстро, хищник сможет «укусить» лишь воду. При ином исходе рыба-бабочка с большей вероятностью будет жить дальше, если потеряет кусок хвоста, а не головы.

Я нахожу довольно милым то, что рыбы поддаются обману зрения так же, как мы, и то, что их обманывают зрительные иллюзии намеченной ими добычи. Это говорит о неких особенностях ощущаемого мира иного существа, о том, что его ум должен создавать нечто не существующее на самом деле. Это предполагает способность к убеждению. Чужим убеждением и ощущением можно воспользоваться в своих интересах, и, как мы уже видели (и еще увидим дальше), рыбы пользуются широким спектром обманных приемов (зрительных и не только), чтобы повысить собственные шансы на успех.

Будучи существами, в жизни которых зрение играет огромную роль, мы можем оценить важность обладания острым зрением, какое есть у многих рыб. Из детских игр мы знаем, насколько дезориентирует игра в жмурки, и с восхищением наблюдаем за тем, как совершенно слепые люди учатся справляться с жизненными трудностями. Сомнительно, что слепая рыба прожила бы долго, даже если она населяет батиальную зону, где правят бал встроенные в тело огни. Но в своей жизнедеятельности рыбы не зависят исключительно от зрения. Подобно нам самим, они приобрели в процессе эволюции и другие чувства, помогающие им удовлетворять свои жизненные потребности.

Как рыба слушает, нюхает и ощущает вкус

Вселенная наполнена волшебными вещами, которые терпеливо ждут, пока мы разглядим их.

Иден Филпотс[123]

Вода оказывает влияние не только на зрение, но также на слух, обоняние и вкус. Вода – превосходный проводник звуковых волн; в ней они почти в пять раз длиннее, чем в воздухе, потому что звуки распространяются примерно в пять раз быстрее. Рыбы получили от этого выгоду, едва начав обзаводиться костями и плавниками; с тех пор они используют звук для ориентации и общения. Также вода – превосходная среда для распространения водорастворимых химических соединений. Хорошо подходит она и для восприятия запахов и вкусов. Рыбы обладают раздельными органами обоняния и вкуса[124], хотя различие между этими чувствами неявное[125], все вещества, с которыми имеет дело рыба, представляют собой водные растворы. Как и в случае с цветным зрением, слух, вероятно, изобрели рыбы[126]. Несмотря на обычное мнение о том, что они немы[127], в действительности у них в распоряжении больше способов создания звуков, чем у любой другой группы позвоночных животных. Ни один из этих способов не включает основного приема всех прочих позвоночных – вибрации голосовых связок[128] при помощи воздуха. Рыбы могут быстро сокращать пару звуковых мышц, чтобы заставить вибрировать свой плавательный пузырь, который также служит усилителем звуков. На выбор у них есть трение зубами в челюстях[129], скрежетание дополнительными наборами зубов, находящимися в стенках глотки, потирание костями друг о друга, стрекотание жаберными крышками и даже, как мы увидим дальше, испускание воздушных пузырей из заднего прохода. Некоторые позвоночные, населяющие сушу, проявляют творческий подход к созданию звуков без участия голосового аппарата – например, дятлы барабанят по дереву, а гориллы стучат себя в грудь; но наземные дальние родственники рыб обладают лишь двумя типами голосового аппарата – нижней гортанью у птиц[130] и гортанью у всех остальных[131].

Обладая столь разнообразным набором акустических приспособлений, рыбы создают настоящую симфонию звуков,

особенно хорошо работая на ударных инструментах. Среди слов, которые мы применяем для их описания, – гул, свист, удары, стрекотание, скрипы, хрюканье, хлопки, карканье, пульсация, барабанный бой, стук, мурлыканье, урчание, щелчки, стон, щебетание, жужжание, рычание и лязг[132]. Звуки некоторых рыб настолько известны, что мы дали рыбам соответствующие названия: ворчуны, барабанщики, трубачи, скрипуны, рыбы-жабы, хрюкающие рыбы. Обладая ушами, эволюционировавшими для обработки колебаний воздуха, а не воды, мы до недавнего времени были глухи к большинству звуков, которые издавали рыбы. Лишь в прошлом веке, когда улучшилась технология обнаружения звуков под водой[133], список голосистых рыб начал расти.

Тем не менее в начале XX века ученые все еще полагали, что рыбы глухи. Вероятно, это предубеждение возникло в связи с тем фактом, что они лишены наружных органов слуха. С нашим антропоцентрическим взглядом на мир такой недостаток мог означать лишь одно: нет и самого слуха. Теперь мы изучили этот вопрос лучше: рыбы не нуждаются в наружных ушах благодаря несжимаемости воды, из-за чего вода является превосходным проводником звуков. Лишь заглянув внутрь рыбы, мы найдем структуры, предназначенные как для воспроизведения, так и для анализа звуков.

Карл фон Фриш (1886–1982)[134], австрийский биолог, известный благодаря открытию языка танца медоносных пчел, также увлеченно изучал поведение и восприятие у рыб. За несколько десятилетий до того, как стать одним из лауреатов Нобелевской премии в 1973 году за вклад в появление этологии (науки о поведении животных), фон Фриш был первым, кто продемонстрировал наличие слуха у рыб. В середине 1930-х годов он придумал в своей лаборатории простое, но остроумное исследование со слепым сомиком по имени Ксаверл. Ученый опускал кусочек мяса на конце палочки в воду рядом с глиняным укрытием, в котором Ксаверл проводил большую часть времени. Обладая превосходным обонянием, сомик вскоре появлялся из своего укрытия, чтобы схватить пищу. После нескольких дней этих рутинных занятий фон Фриш начал свистеть прямо перед тем, как дать пищу. Через шесть дней он уже мог выманить Ксаверла из его логова, просто свистнув – и таким образом доказывая, что рыба могла его слышать. Этот эксперимент и другие, последовавшие за ним, были критически важными для нашего прогресса в оценке рыбьего умвельта[135].

Ксаверл принадлежал к успешной в эволюционном отношении группе под названием Otophysi, которая насчитывает

около 8000 видов (в нее входят, среди прочих, карпы, гольяны, тетры, электрические угри и ножетелки). В процессе эволюции они приобрели специализированный слуховой аппарат – он известен как Веберов аппарат и назван по имени его исследователя, немецкого врача XIX века Эрнста Генриха Вебера. Эти косточки – ряд мелких костей, происходящих из первых четырех позвонков рыбы за черепом. Они отделились от исходных костей[136], образовав цепочку, связывающую наполненный газом плавательный пузырь с заполненными жидкостью полостями, окружающими внутреннее ухо[137]. Аппарат повышает уровень слуха[138], работая как проводник и усилитель звуковых волн на манер косточек среднего уха млекопитающих[139].

По некоторым показателям слух рыб превосходит наш собственный. Большинство рыб воспринимает звуки в диапазоне от 50 до 3000 Гц, что лежит в пределах нашего собственного слухового диапазона от 20 до 20 000 Гц. Но в настоящее время тщательные исследования в неволе и природной обстановке документально зафиксировали чувствительность к ультразвукам в верхнем диапазоне слуха летучей мыши: до 180 000 Гц у американского шэда и мексиканского менхэдена[140]. Это значительно выше верхнего предела для человека[141]. Предполагается, что это может быть адаптацией к подслушиванию ультразвуков, испускаемых дельфинами, охотящимися на этих рыб.

На другом конце шкалы слуховых способностей находятся такие рыбы, как треска, окуни и камбалы, чувствительные к инфразвукам частотой около 1 Гц. Никто не знает наверняка, для чего эти рыбы приобрели в процессе эволюции способность воспринимать сверхнизкие звуки, но обширные водные биотопы, в которых они живут, дают нам одну подсказку. Вода в океанах и больших озерах не движется беспорядочно. Особенностями климата всей планеты порождаются течения, местные погодные условия вызывают волнение, а сила притяжения нашей Луны управляет постоянным круговоротом океанских приливов. Движущаяся вода бьется об утесы, берега, острова, рифы, береговые шельфы и другие подводные преграды. Действуя совместно, все эти силы порождают фоновый инфразвук. Биологи из Университета Осло в Норвегии полагают, что рыбы используют эту акустическую информацию, чтобы ориентироваться во время миграций. Считайте это рыбьим эквивалентом использования птицами астрономических ориентиров[142]. Пелагические рыбы (населяющие открытый океан) могут также обнаруживать изменения в характере волн на поверхности, вызванные наличием отдаленных участков суши и различными глубинами вод.

Чувствительность к инфразвуку[143] была также отмечена у некоторых головоногих моллюсков (осьминоги, кальмары и прочие) и ракообразных[144]: это дополнительные свидетельства пользы данного умения.

Чувствительность органов слуха рыб делает их уязвимыми к создаваемому человеком подводному шуму. Например, тонкие сенсорно-эпителиальные волосковые клетки[145], выстилающие внутренний орган слуха, получают серьезные повреждения из-за очень интенсивных низкочастотных звуков, производимых пневматическими пушками[146], которые применяются при разведке нефтяных месторождений в море. Интенсивный шум, создаваемый сейсмической разведкой с использованием пневматических пушек близ побережья Норвегии, снизил численность и уловы трески и пикши в соседних районах.

Некоторые рыбы также могут воспринимать быстрые звуковые колебания, распознавая как отдельные импульсы то, что мы слышим только как непрерывный свист. Также они искусно определяют направление, откуда поступает звук[147], отличая звуки впереди себя от звуков за собой, а звуки прямо над собой – от звуков под собой; это задачи для восприятия, с которыми наш мозг способен справиться хуже.

99 % энергии звуков в воздухе отражается от поверхности воды, поэтому рыбы, даже если собирутся в стаю у самого берега, вряд ли услышат, скажем, группу людей, разговаривающих на пляже. Однако звуки из воздуха, переданные через твердый предмет вроде весла, стукающегося о борт лодки, легко определяются рыбами. Вот почему сидящие в лодке рыбаки учатся соблюдать тишину, а опытные рыбаки на берегу отходят на несколько метров от воды, прежде чем перейти на новое место: они знают, что рыба, за которой они пришли, может ощущать колебания, передаваемые через землю[148].

Проявив определенную изобретательность, мы тоже можем услышать *их*. Рыбаки на Атлантическом побережье Ганы пользуются специальным веслом[149]. Приложив ухо к погруженному в воду веслу, опытный рыболов может услышать хрюканье и писк находящихся поблизости рыб, а вращая плоскость весла – определить их местонахождение. Острый слух рыб может также пойти на пользу рыболову, поскольку многие рыбы могут и не понять, что червяк, которого они слышат где-то впереди, к сожалению для них, извивается на крючке[150]. Если миграции и избегание хищника – утилитарное назначение слуха у рыб, то воспроизведение звуков в большинстве случаев несет социальную функцию. Вот пример, который нам демонстрируют пираньи. Когда биологи Эрик Парментье из Льежского

университета в Бельгии и Санди Миллот из Университета Алгарве в Португалии поместили гидрофоны в аквариум, где содержались пираньи, они записали самые разнообразные звуки, три из которых встречались достаточно часто, чтобы им можно было приписать возможные функции. Один из них – повторяющееся хрюканье или лай – похоже, является сигналом вызова[151] другим особям. Другой, низкий глухой стук, обычно издается самой крупной рыбой в группе в ходе демонстрации агрессивного поведения и при стычках. Эти два звука производятся за счет вибрации (до 200 Гц) звуковых мускулов, связанных с плавательным пузырем. Третий звук возникает, когда пиранья скрежещет зубами или быстро щелкает ими в ходе преследования другой рыбы[152]. Такие описания вполне подходят для злобных тварей, репутацию которых имеют пираньи как свирепые пожиратели своей добычи заживо. В действительности пираньи – не только хищники, но и падальщики, не представляющие собой столь уж большую опасность для людей.

Если учесть, что рыбы пользуются звуками для общения друг с другом, могут ли они также использовать звук, чтобы общаться с нами? Я не знаю научных исследований, которые проверили бы это, но бытует много историй такого рода. Карен Ченг, специалист по компьютерной технике из Вашингтона, округ Колумбия, содержит в семидесятипятилитровом аквариуме четырех спасенных золотых рыбок, и они, как она утверждает, общаются с нею во время кормления. Ближе ко времени кормления, когда Карен или ее муж находятся в комнате, но не уделяют питомцам внимания, золотые рыбки всплывают к поверхности и издают ртом громкие чмокающие звуки, а также мечутся и ударяют хвостами по стенкам аквариума явно для того, чтобы привлечь к себе внимание людей. Звуки можно услышать с противоположной стороны комнаты. Но рыбки прекращают это делать, когда кто-то приближается к аквариуму. «Похоже, что они узнают нас, – говорит Карен. – Всякий раз, когда мы подходим к аквариуму, они прерывают свою деятельность и подплывают к стеклу. Они не игнорируют людей, как аквариумные рыбы в приемной у врача».

Сара Киндрик, разработчик клинического протокола в Национальных институтах здравоохранения США, видела подобное поведение у 20-сантиметрового розовохвостого спинорога (*Melichthys vidua*), который жил у нее на протяжении примерно трех лет. Ферчбар, как Сара назвала питомца, брал ртом гальку и начинал стучать ею по стеклянной стенке своего аквариума в привычное для кормления время. Это не только пример межвидового общения у рыб, но и пример использования

орудия (вскоре мы увидим еще больше последних).

Концерт ре мажор для рыб

Еще одно свидетельство острого слуха рыб – их способность различать тональные сочетания звуков, то есть мелодии. Ава Чейз, научный сотрудник Гарвардского университета[153], заинтересовалась вопросом о том, смогут ли рыбы научиться классифицировать такие сложные звуки, как музыка. Она провела эксперимент, используя трех купленных в зоомагазине карпов кои, которых назвала Бьюти, Оро и Пепи. Чейз установила в резервуаре с рыбами хитроумный аппарат, который состоял из звуковых колонок по бокам для проигрывания звуков, кнопки ответа на дне, которую рыбы могли нажимать, лампочки, сообщавшей рыбе, что ее ответ зарегистрирован, и автоматической кормушки, подсоединенной к погруженной в воду детской соске, через которую рыба могла получить порцию гранулированного корма в случае правильного ответа. Затем она обучила рыб, подкрепляя навык кормом, тому, чтобы они реагировали на музыку определенного жанра, и не давая награды за ответ, пока колонки проигрывали музыку другого жанра. Она выяснила, что карпы кои не только оказались способными отличить записи блюза (гитара и вокал Джона Ли Хукера) от классической музыки (концерты для гобоя И.-С. Баха), но и могли обобщать эти различия, когда им представляли новых исполнителей и композиторов в каждом из жанров. Например, однажды познакомившись с блюзом Мадди Уотерса, кои признал его общность с блюзом Коко Тейлор, а музыку Бетховена сумел поставить в один ряд с произведениями Шуберта. Одна из трех рыб, Оро, обладала особенно хорошим слухом и могла различать мелодии, из которых были убраны тембровые характеристики – то есть ноты различались только по высоте, громкости и времени звучания[154]. Чейз делает вывод: «Похоже, что [кои] могут различать полифоническую музыку [когда проигрываются несколько нот одновременно], различать мелодические рисунки и даже классифицировать музыку по художественному жанру»[155].

Несмотря на свои навыки знатоков музыки[156], ни кои, ни золотые рыбки не общаются при помощи звуков – ученые таких фактов не знают. (Пусть наблюдения Карен Ченг станут предварительным свидетельством противоположной ситуации.) Пока что остается тайной причина, по которой немая рыба обладает такими тонкими слуховыми способностями, хотя, как

мы увидели ранее, способности настроиться на фоновые звуки среды обитания приносят определенную выгоду.

Способность различать тонкие (и не столь тонкие) свойства музыки любопытна сама по себе, но меня заставляет задаться вопросом другое: какое психологическое воздействие это могло бы оказать на рыбу? Оценивают ли рыбы музыку по достоинству или она просто является нейтральным стимулом?

Исследовательская группа из Афинского аграрного университета решила исследовать этот вопрос[157]. Они распределили 240 обыкновенных карпов по двенадцати прямоугольным аквариумам и случайным образом назначили им три различные формы воздействия: без музыки (контрольная группа для сравнения с группами, слушавшими музыку), Romanze: Andante Моцарта из Маленькой ночной серенады и Romanza: Jeux Interdits неизвестного автора XIX века, получившая название по ее использованию во французском фильме «Запрещенные игры» 1952 года. Продолжительность записей этих композиций составляла 6 минут 43 секунды и 2 минуты 50 секунд соответственно, и выбранные для опыта рыбы подвергались четырем часам прослушивания музыки в день в течение 106 дней. Проигрывание музыки происходило только в будние дни; как у офисных работников, у рыб были выходные (вероятно, потому что в эти дни не работали сами ученые).

Рыбы в обеих музыкальных группах росли быстрее, чем в контрольной. Эффективность кормления (прирост на единицу корма), темп роста и прибавление веса были выше для любой из двух романтических музыкальных записей, чем без них, и функционирование кишечника явно улучшилось. Когда эти рыбы подверглись воздействию шума или немузыкальных человеческих звуков, команда исследователей не обнаружила никаких изменений подобного рода.

Основная трудность при исследовании животных состоит в том, что объекты изучения не могут рассказать простым, понятным для нас языком, как они чувствуют. С имеющимися данными мы можем только гадать, нравится карпам музыка или нет. Например, скептик мог бы предположить, что рыбы быстрее выросли, пытаясь *сбежать* от непрерывного звука скрипок и гобоев. Должен сказать, что, хоть я и люблю классическую музыку, многократное прослушивание одной и той же записи отличается от моих представлений о рае для меломана. Нельзя упускать из виду и возможность того, что рост рыб был не отражением какого-то субъективного опыта, а лишь механическим ответом на физический стимул. Более раннее исследование, проведенное теми же греческими учеными,

отметило благоприятный ответ (улучшение аппетита и пищеварительной функции) на прослушивание Моцарта (единственного композитора, использованного ими) золотистым спаром – видом с плохим, по сравнению с карпом, слухом. Мы также должны опасаться антропоморфизма, потому что можем не иметь оснований предполагать, что музыка, которую мы воспринимаем как приятную, будет так же восприниматься рыбой. По этой причине лучшими контрольными условиями, чем тишина, стало бы воспроизведение записи немузыкальных звуков.

Существуют исследования, проведенные век назад и говорящие о том, что пациенты-люди отмечают более глубокое расслабление и уменьшение боли при прослушивании нравящейся им музыки. Составленный в 2015 году обзор 70 клинических испытаний, охвативших более 7000 пациентов, заключил, что музыка – эффективный метод терапии до, после и даже во время хирургического вмешательства и что она снижает беспокойство у пациентов и потребность в болеутоляющих средствах[158]. Мое мнение в этом вопросе таково: музыка – или, в более общем смысле, упорядоченные тональные звуки – может оказывать глубокое и благотворное влияние на организм человека. Вследствие этого способность ощущать музыку может быть широко распространена в природе.

Когда я расспросил одного из авторов греческих исследований, биолога Нафсику Каракацули, она выразила неуверенность в том, что карпы наслаждаются музыкой: «Я нисколько не убеждена, что музыка может оказывать существенное положительное влияние на рыбу[159]. Под водой же нет никакой музыки! Есть, однако, множество других звуков естественного происхождения, более уместных для живущих под водой рыб; они могут иметь какое-то значение для них и, возможно, дали бы лучшие результаты. Тем не менее некоторые из видов рыб, которые мы исследовали, особенно карп, вид с превосходными слуховыми способностями, чувствовали себя лучше, когда проигрывалась музыка». Каракацули соглашается с тем, что лучшим подходом было бы посмотреть, станут ли карпы выбирать для себя обстановку с музыкой или без нее.

В звуках, которые издают сельди, нет ничего музыкального, но их инновационный метод мог бы гарантировать рыбе получение премии «Грэмми». Одна из статей описывает первый пример того, что вполне можно было бы назвать «кишечно-газовым общением»[160]. И тихоокеанские, и атлантические сельди «пускают ветры», выделяя пузырьки газов из области заднего прохода и создавая характерные вспышки импульсов или

то, что команда исследователей игриво назвала «барабанными звуками динамического характера» (БЗДХ)[161]. Цикл БЗДХ может длиться до семи секунд. Попробуйте повторить! Газ, вероятно, образуется в кишечнике или в плавательном пузыре. Пока неясно, какова роль этих звуков в обществе сельдей, но, поскольку уровень издаваемых таким образом звуков в пересчете на одну особь выше в более плотных стаях сельди, подозревается наличие у БЗДХ социальной функции. В пользу того, что сельди хоть когда-нибудь извиняются за это, доводов пока что нет. Стоит сказать, что БЗДХ сельди – удачнейший повод перейти к их обонянию. Так что давайте оценим их обоняние и вкус.

Хороший (нюх на) запах

Вы можете подумать, что дохлая рыба скорее заставит принюхиваться нас самих, однако живые рыбы обладают превосходным обонянием. Они используют химические ориентиры (мы как раз и называем их «запахами») для поиска пищи, обнаружения брачных партнеров, распознавания опасности и поиска родного дома[162]. Запахи оказываются особенно полезными в тех водных биотопах, где мутная вода не позволяет полагаться на зрение. Некоторые рыбы могут распознавать иных особей своего собственного вида исключительно по запаху. Например, колюшки пользуются обонянием, чтобы распознавать брачных партнеров своего вида в местах, где при иных обстоятельствах соседство с другим видом колюшек могло бы представлять риск ошибочных скрещиваний[163].

Степень сложности органов обоняния у рыб очень различна, но базовый тип их устройства одинаков для всех костных рыб (около 30 000 видов, которые не входят в группу, включающую акул и скатов). В отличие от соответствующих органов других позвоночных, ноздри рыб не совмещают функции органов обоняния и отверстий для дыхания; они используются исключительно для распознавания запахов[164]. Каждая ноздря снабжена слоем специализированных клеток, составляющих обонятельный эпителий, который уложен складками, чтобы сэкономить место, образуя обонятельную розетку. Некоторые рыбы расширяют и сокращают свои ноздри[165], и тысячи крошечных ресничек последовательно пульсируют, чтобы нагнетать воду в этот орган чувств и изгонять ее наружу[166]. Сигналы от эпителия посылаются в обонятельные луковицы в передней части мозга[167].

Обоняние чрезвычайно полезно для некоторых рыб, что

доказывает их легендарная чувствительность. Нерка может почувствовать вытяжку из креветок[168], растворенную в воде в пропорции 1:100 000 000 (пять чайных ложек на плавательный бассейн олимпийских размеров). Другой лосось может обнаруживать запах тюленя или морского льва, присутствующий в воде в соотношении 1:80 000 000 000, что представляет собой две трети капли в таком же водоеме. Обоняние акулы примерно в 10 000 раз лучше нашего. Но чемпион по остроте нюха среди всех рыб, насколько мы знаем, – американский угорь, который может обнаружить эквивалент менее чем одной десятимиллионной части капли воды из родных мест в олимпийском бассейне. Как и лососи, угри совершают долгие миграции, возвращаясь в строго определенные места нереста, и, чтобы добраться туда, следуют за малейшими изменениями концентрации запаха.

Одно из самых полезных приспособлений у рыб – выработка «вещества тревоги» в присутствии опасности вроде хищной рыбы или рыбака с гарпуном. Здесь стоит снова воздать должное Карлу фон Фришу за обнаружение еще одного явления в мире чувств рыб[169]. Случайно поранив одного из гольянов, содержавшихся в неволе, ученый заметил, что другие рыбы в сосуде начали метаться туда-сюда и замирать на месте: это классическая форма поведения избегания хищника. Эксперименты фон Фриша и других исследователей показывали, что раненые гольяны (а также другие виды рыб) выделяют феромон[170] – химическое вещество, которое вызывает общий ответ других представителей того же вида. Этот особый феромон вызывает реакцию возбуждения у гольянов. Фон Фриш применил для этих феромонов термин *schreckstoff* (что переводится буквально как «вещество страха»).

Клетки, высвобождающие феромоны, расположены в коже и настолько легко разрушаются, что разрываются и выпускают это вещество, если рыбу положить на мокрую бумагу. Это очень сильное вещество[171]: тысячной доли миллиграмма измельченной кожи достаточно, чтобы вызвать реакцию испуга у другой рыбы в аквариуме объемом 16,8 литра. Это все равно, что раскрошить кусочек зефира на 20 миллионов частей, бросить одну часть (если вы еще сумеете ее разглядеть) в полную воды раковину, а затем попробовать ощутить сладкий вкус. Феромоны, очевидно, возникли в процессе эволюции достаточно давно[172], потому что они вырабатываются у представителей разных семейств костных рыб.

Будучи легкодоступным сигналом, феромон действует наподобие пожарной сигнализации, и им могут пользоваться

другие рыбы, оказавшиеся рядом, в том числе представители иных видов, которые также способны его распознавать. Подходящий пример – черные толстоголовы[173]. Почуяв запах фекалий щук[174], которые ранее поедали других черных толстоголовов или ручьевых колюшек (оба этих вида вырабатывают в коже «вещество страха»), они немедленно бросаются в укромные места или сбиваются в плотные стаи. Но если щуки питались только меченосцами, которые не вырабатывают феромон, толстоголовы не проявляют никаких признаков страха. Таким образом, толстоголовы реагируют не на запах щуки. Вместо этого они обнаруживают и реагируют на феромон жертв щуки. Вероятно, именно из-за обонятельных способностей рыб вроде толстоголовов щуки стараются не опорожнять кишечник в своих охотничьих угодьях[175].

Реакция на *schreckstoff* иллюстрирует умение рыб улавливать самые незначительные сигналы из растворенных в воде химических веществ. Но феромон – это не единственный способ обнаружить врага рыбы по запаху. Есть и старый добрый способ – простое распознание запаха хищника. Молодые лимонные акулы реагируют на запах американских крокодилов, которые иногда охотятся на них[176]. Если же вы – атлантический лосось, то ваша реакция на хищника зависит от того, что он съел. В исследовании, проведенном в Университете в Суонси, Уэльс, молодым лососям, никогда не встречавшимся с хищником, предложили воду, содержащую следы экскрементов одного из их естественных врагов – европейской выдры. Лососи демонстрировали ответную реакцию страха, только если выдра пообедала лососем. В таких случаях они уплывали из области запаха, затем неподвижно замирали, а их дыхание учащалось. Лососи, подвергшиеся воздействию чистой воды или экскрементов выдр, кормленных не лососем, не проявляли беспокойства. Ученые пришли к заключению, что атлантические лососи явно не обладают врожденной способностью распознавать выдр как угрозу: они воспринимают животное как опасность, только если лосось входит в его меню. Этот способ обнаружения хищника работает хорошо, потому что не требует изучения запахов различных хищников. Вместо этого можно просто научиться распознавать тех, кто поедал твоих сородичей[177].

Если у избегания хищников и найдется соперник в игре на выживание, то один из вариантов – поиск брачного партнера. Было обнаружено, что запахи играют важную роль в сексуальной привлекательности у человека; точно так же половые феромоны возбуждают рыб. Прежде всего они помогают рыбам выяснить, кто еще находится в состоянии готовности к нересту. Рыбы обладают

способностью ощущать очень слабые сексуальные сигналы и выгодно пользоваться этим. Эксперименты, проводившиеся с 1950-х годов, показали, что самцы бычка *Bathygobius soporator* начинают свои брачные демонстрации, если в их аквариум добавить воду из другого аквариума, в котором содержится готовая к размножению самка этого вида[178]. Более поздние исследования показывают, что самки могут быть не менее восприимчивыми или активными в брачных играх. Самки одного из видов меченосцев (*Xiphophorus birchmanni*) из Мексики умеют отличать друг от друга запахи хорошо питающихся и живущих впроголодь самцов своего вида – 5–7-сантиметровых жителей быстрых тропических рек[179], – и вы, вероятно, можете догадаться, кого из них они предпочитают: при прочих равных условиях хорошо откормленная рыба накопила больше ресурсов, что делает ее лучшим донором спермы. Самки меченосцев не различают запах хорошо питающихся и голодных самок, и это дает основание предполагать, что они реагируют на мужские половые феромоны, а не просто на выделения, связанные с пищей.

Пока что мы исследовали системы органов чувств рыб по отдельности, но они не должны работать отдельно друг от друга. Самцы глубоководных удильщиков иллюстрируют взаимодействие органов чувств[180]. Они обладают самыми большими ноздрями относительно размеров головы среди всех животных на Земле, если верить Тэду Питчу, ведущему мировому специалисту по рыбам-удильщикам. Его книга «Океанские удильщики» (Oceanic Anglerfishes) – удивительно подробный и щедро иллюстрированный источник всего, что в настоящее время известно об этих причудливых рыбах.

У самца удильщика развито не только обоняние[181]; зрение ему под стать, и Питч полагает, что эти два чувства, обоняние и зрение, работают в тандеме, чтобы помочь самцам разыскивать самок в темных глубинах. Самка выделяет видоспецифичный феромон, и прекрасное обоняние самца помогает направить его в сторону соответствующего его виду аромата. Это важная задача, потому что существует не менее 162 известных видов удильщиков, бороздящих самый большой в мире биотоп, и вряд ли кто пожелает спариваться с представителем другого вида. Когда самец удильщика подбирается достаточно близко к самке, он может убедиться, что она принадлежит к его виду, по особенностям света, который она испускает при помощи светящихся бактерий, живущих в том числе в ее нитевидной приманке. Можно даже представить себе время в далеком прошлом, когда бог глубоководных удильщиков провозгласил:

«Да будет свет!» – и из процесса обнаружения брачного партнера исчезла львиная доля блужданий наугад. Последнее замечание, касающееся обонятельного поведения рыб: консервативно настроенная научная общественность в своей массе полагала, что выделение рыбами химических веществ для общения происходит пассивно и не находится под сознательным контролем, поскольку они лишены наружных запаховых желез или поведения, связанного с оставлением запаховых меток. Это довольно шаткое предположение. Взгляните на проведенное в 2011 году учеными исследование наших приятелей – меченосцев[182]. В их биотопах, отличающихся быстрым течением, самцы используют как минимум две тактики, чтобы заставить самок уловить их феромоны: (1) испускают мочу чаще, когда ощущают внимание со стороны самок, и (2) во время ухаживания располагаются чуть выше по течению относительно самки.

Как бы то ни было, это подразумевает, что в дополнение к возможности определить готовность самца к размножению по запаху, самки меченосцев могут также ощутить его на вкус. А что еще могла бы продегустировать рыба?

Рыбы с хорошим вкусом

У рыб вкус используется главным образом для распознавания пищи. Как и у всех прочих крупных групп позвоночных – земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих, – важнейшими органами вкуса являются вкусовые почки[183][184]. Также рыбы демонстрируют самые разнообразные типы зубов (всего их восемь)[185], среди которых резцы для откусывания, клыки для прокалывания, коренные зубы для размола, уплощенные треугольные зубы для резания и зубы, слившиеся в клювы для соскребания морских водорослей с кораллов.

Как и у нас, у рыб есть языки и вкусовые рецепторы, связанные со специализированными нервами, которые передают сигналы о вкусе в мозг. Неудивительно, что значительная часть вкусовых почек у рыб располагается во рту и в глотке. Но из-за того что рыбы в прямом смысле погружены в среду, которую они обоняют и пробуют на вкус[186], у многих из них также есть вкусовые почки на других частях тела, чаще всего на губах и рыле. Также вкусовых почек у рыб больше, чем у многих других животных. Например, на теле 30-сантиметрового канального сомика, в том числе на плавниках, около 680 000 вкусовых почек[187] – это примерно в 100 раз больше, чем у человека. Эти и другие рыбы мутных вод прокладывают себе путь на

окружающей местности на вкус[188]. (Как я ни старался, я не смог представить себе, какие ощущения я испытывал бы, если бы все мое тело могло работать как язык, но практически уверен, что захотел бы наличия кнопки «выключить».) Пещерные рыбы также получают выгоду от обилия вкусовых почек, которые обеспечивают им высокоточную систему распознавания вкусов, помогающую обнаруживать пищу в темноте[189]. Многие из рыб, кормящихся на дне, в том числе сомы, осетры и карпы, обладают усами – тонкими чувствительными выростами, которые обычно расположены вокруг рта и служат органами вкуса[190].

Если вам все же интересно, для чего рыбам нужно чувство вкуса, то, в общем, для того же, что и нам. У рыб есть свои предпочтения в пище, которые могут отличаться у разных видов и даже у разных особей. Рыбе может потребоваться какое-то время, чтобы определить съедобность пищи; если вы наблюдали за рыбами в аквариумах, то могли видеть, как они иногда по нескольку раз хватают кусочек пищи в рот, выплевывают его и снова схватывают, и только потом либо глотают его, либо отвергают. Общие вкусовые предпочтения в рамках одного вида рыб и внутри различных популяций одного и того же вида в целом меняются не так сильно, как в случае этнических или других групп у людей. Но это же самое может не оказаться справедливым для индивидуальных предпочтений. В нашем случае просто подумайте о брюссельской капусте, о предпочтении острого или нежного вкуса, о головокружительном множестве вариаций на тему чашки кофе в наши дни. Исследования радужной форели и карпа установили, что привередливые едоки среди них – не редкость.

Реакция рыб на неприятные вкусы напоминает нашу собственную. Точно так же, как мы быстро выплевываем еду (настолько изящно, насколько это возможно, если все происходит в общественном месте), если вдруг откусили кусок плода или мяса, неожиданно оказавшийся гнилым, европейский морской язык выражает свое отвращение к пище, решительно разворачиваясь и быстро уплывая от нее прочь, и при этом трясет головой в разные стороны. Стефан Рибс, автор книги «Поведение рыб в аквариуме и в природе» (Fish Behavior in the Aquarium and in the Wild), описывает реакцию рыбы на вкус головастиков жабы (особенно неприятный), когда она попробовала их в своей родной обстановке: «Стоит сказать, что лишь очень голодный большеротый окунь, не имея иного выбора, унизится до того, чтобы есть головастиков жабы. Но если реакция других рыб, которые по ошибке берут головастиков в рот, ничем не примечательна, то он яростно трясет головой, и вы почти можете

увидеть гримасу отвращения на его морде – включение головастиков в меню оказывается не таким уж приятным кулинарным опытом для рыбы»[191].

Жизнь в относительно плотной водной среде не только накладывает некоторые ограничения, но и предоставляет рыбам возможность ощущать то, что недоступно обитающим на суше животным. Можете ли вы представить себе разговор с соседом с использованием электрических импульсов? В следующей части книги мы выйдем за рамки основных чувств и познакомимся с несколько менее привычными нам способами, которые используют рыбы, чтобы ощущать свое окружение.

Навигация и осязание

Для жаждущей плоти довольно малейшего контакта, чтобы возникло электричество.

Уоллес Стегнер[192]

Рыбы, как правило, должны оставаться в движении, чтобы удовлетворять свои потребности, и оказываться в определенных местах в определенное время, если собираются и дальше успешно продолжать жить и производить на свет еще больше рыб. Как и мы сами, в разное время дня часть рыб возвращается в одни и те же места вроде кормовых участков, укрытий, мест для сна и станций очистки. В определенное время года они возвращаются в места брачных игр, на нерестилища и гнездовые участки. Проживая в сложной объемной среде обитания, рыбы сталкиваются с пространственной обстановкой, заставляющей мозг работать.

Рыбы – превосходные навигаторы; они используют самые разнообразные методы прокладки пути следования как на малых, так и на больших дистанциях. Слепые пещерные рыбы живут в относительно маленьких пещерных биотопах, но большинство их обитает в полной темноте, поэтому для них особенно важно наличие хороших навигационных способностей. Эти маленькие рыбки могут запоминать последовательный порядок чередования ориентиров на пути к месту назначения, ощущая завихрения воды, отражающейся от подводных препятствий. Меч-рыбы, рыбы-попугаи и лосось нерка пользуются солнечным компасом, соотнося направление своего движения с углом к солнцу[193]. Однако другие рыбы могут производить счисление пути[194] – они совершают многочисленные исследовательские вылазки по извилистым маршрутам из исходной точки, а затем возвращаются домой по прямой.

Навигационные достижения лососей уже вошли в легенду. Способность к возвращению на нерест в родные ручьи после нескольких лет в открытом океане возводит этих анадромных (то есть живущих большую часть времени в море и мигрирующих на нерест в пресные воды) рыб в число обладателей одной из самых лучших встроенных систем глобального позиционирования в природе. Насколько нам известно, для полноценной работы эта система задействует по крайней мере два, а то и три сенсорных инструмента: геомагнитное чувство, обоняние и, возможно,

зрение.

Подобно акулам, угрям и тунцам, эти рыбы, путешествующие на большие расстояния, ориентируются по магнитному полю Земли. У некоторых рыб существуют специальные магниторецепторные клетки, содержащие микроскопические кристаллы магнетита и действующие как стрелки компаса. Выделяя клетки обонятельного эпителия радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) (очень близких родственников лососей) и помещая их во вращающееся магнитное поле, команда исследователей из Германии, Франции и Малайзии обнаружила, что поворачиваются сами клетки[195]. Частицы магнетита прочно прикреплены к оболочке клетки, и, постоянно выстраиваясь вдоль линий магнитного поля, эти частицы порождают крутящий момент на мембране клетки, когда лосось изменяет направление движения. Этот крутящий момент должен передаваться на те или иные чувствительные к напряжению преобразователи, потому что свидетельства указывают на то, что лососи могут его ощущать.

Также лососи пользуются своим потрясающим обонянием. Двигаясь вниз по течению в сторону океана, молодые лососи «записывают» химические показатели воды по пути следования. Годы спустя они вновь проделывают свой путь[196], следуя за отличительной «запаховой меткой» родной реки[197], словно идут по своему следу в обратном направлении. Лишенные обоняния лососи, ноздри которых биологи заткнули в целях эксперимента, чтобы лишить их способности ощущать запахи, оказались в случайных реках, тогда как рыбы, не подвергшиеся надругательству, вернулись на нерест в родные речки[198].

В менее остром эксперименте та же самая исследовательская команда во главе с покойным ныне Артуром Хаслером из Висконсинского университета разделила группу молодых кижучей на две подгруппы, каждая из которых подвергалась воздействию одного из двух различных, безвредных, но пахучих химических соединений – морфолина и фенилэтилового спирта (ФЭС)[199]. По окончании периода воздействия лососи из обеих групп были выпущены вместе прямо в озеро Мичиган. Полтора года спустя, во время нерестовой миграции лососей исследователи капнули морфолин в одну реку, а ФЭС – в другую, расположенную на расстоянии 8 километров от первой. Почти все вновь пойманные лососи в реке с запахом морфолина были из «морфолиновой группы», и почти все их сородичи из «группы ФЭС» направились во вторую реку.

Может ли лосось также пользоваться зрением[200], чтобы помочь себе ориентироваться? Японская команда исследователей стремилась выяснить это в ходе исследования, включавшего

выпуск в океан и повторный отлов нерки. Ученые ослепили перед выпуском некоторое количество рыб, вводя в их глаза углеродистый краситель и кукурузное масло. В ходе повторного отлова через пять дней оказалось, что в родной реке было поймано лишь 25 % этих лососей по сравнению с 40 % в случае рыб из контрольной группы. Авторы предположили, что эти рыбы все же пользуются зрением, чтобы добраться до входа в родную реку, но я нахожу данный результат неубедительным. Я подозреваю, что боль, страдание и последующая дезориентация, вызванные ослеплением лосося при введении чужеродных веществ, могли бы объяснить их меньший успех в поиске дороги домой. Чтобы лучше проконтролировать это, следовало бы ввести некоторым лососям сходное количество раствора, который не вызывает слепоту. Но я этого не рекомендую.

Датчики давления

Рыбы не только способны самостоятельно прокладывать свой путь; у них есть и другая система ориентации, которая позволяет им точно отслеживать движения соседей. Подобно стайным птицам, которые пользуются зрением и легко запускаемыми рефлексами для координации направления полета со своими соседями, большие стаи рыб могут менять направление движения на первый взгляд как единое целое, словно подчиняясь некоторому внутреннему знанию о решении всех остальных особей. Неясно, кто запускает все это и не начинается ли цепная реакция со случайной особи, делающей первое движение[201].

Некоторые натуралисты прошлого приписывали это поведение форме телепатии, но анализ последовательности движений, зафиксированной методом замедленной съемки, дает нам весьма прозаичное объяснение: мельчайшие задержки в распространении движения по стае показывают, что рыбы реагируют на движения друг друга. Их сенсорные системы работают с такой малой задержкой по времени, что создается впечатление, будто они все меняют направление как единое целое.

В дневное время острое зрение помогает стайным рыбам двигаться синхронно, как птицы. Но в отличие от птиц (или от людей, которые решатся попробовать) они продолжают двигаться как единое целое даже в темноте. Как же им это удается? Это происходит благодаря так называемой боковой линии, образованной специализированными чешуями, которые тянутся вдоль боков рыб. Боковая линия обычно заметна как тонкая

темная линия, потому что в каждой чешуйке имеется углубление, создающее тень[202]. Углубление наполнено нейромастами – группами чувствительных клеток, каждая из которых снабжена похожим на волосок выростом, заключенным в крохотную гелевую капсулу[203]. Изменения давления и турбулентности воды, в том числе волны, образующиеся при движении самой рыбы и отраженные от окружающих объектов, приводят к отклонениям волосков нейромастов, которые вызывают появление нервных импульсов, поступающих в мозг рыбы. Поэтому боковая линия действует подобно системе гидролокаторов и особенно полезна ночью и в мутных водах.

Благодаря боковой линии рыбы, плавающие близко друг к другу, фактически находятся в физическом контакте[204]; передача сигналов между ними сопоставима с передачей визуальной информации[205] и вызывает формирование гидродинамических образов. Именно способность формировать последние позволяет слепым пещерным рыбам обнаруживать неподвижные объекты вроде камней и кораллов по искажению обычно симметричного фонового потока, который окружает рыбу в открытой воде. Слепые пещерные рыбы способны создавать когнитивные карты[206] – это навык, очень полезный для плавания существ, лишенных приспособлений для зрительной ориентации.

В настоящее время известно, что латерализация[207] мозговых функций широко распространена среди рыб, и эти умные маленькие рыбки также используют свою боковую линию несимметрично, сталкиваясь с незнакомыми предметами. Когда в аквариуме у середины одной из стенок поместили новый пластмассовый ориентир, слепые пещерные рыбы предпочитали проплывать мимо него, задействуя боковую линию на правой стороне тела. Это предпочтение исчезло через несколько часов, когда рыбы познакомились с новым ориентиром и потому чувствовали себя комфортно. Поскольку зрительная система и боковая линия работают у рыб независимо[208], данный результат позволяет предположить, что латерализация мозга – давно устоявшееся явление. Уже было известно, что рыбы, обладающие зрением, склонны использовать правый глаз в стрессовой ситуации, например при изучении нового (и потому вызывающего страх) объекта.

Как и большинство биологических конструкций, боковая линия несет следы неизбежных компромиссов. Поток воды, возникающий при плавании, воздействует на нейромасты, и этот «фоновый шум» притупляет способность рыбы реагировать на окружающие движения. Эксперименты показывают, что плавающие рыбы отреагируют на движения находящегося

неподалеку хищника лишь с половинной вероятностью по сравнению с теми, что стояли на месте[209]. При этом рыба способна обнаруживать искажения фронтальной волны, образующейся перед ее собственным носом, когда она плывет вперед, и таким образом не врезаться в объекты, ставшие для нее невидимыми из-за темноты или прозрачности (как стенка аквариума). К сожалению для рыб, эта система плохо пригодна для обнаружения присутствия рыболовной сети.

Электрифицированные

Наличие органа чувств, позволяющего вам избегать столкновения со стеной в темноте, весьма полезно, но представьте себе, что вы умеете обнаруживать присутствие чего-либо по другую сторону стены, когда не можете этого увидеть или услышать. Добро пожаловать в мир электрорецепции.

Электрорецепция – это способность животных воспринимать электрические сигналы окружающей среды. Она почти уникальна для рыб; единственные известные исключения – однопроходные млекопитающие (утконосы и ехидны), тараканы и пчелы[210]. Чувствительность к электричеству распространена у акул и скатов[211]. Среди костистых рыб (их 30 000 с лишним видов) более трехсот видов буквально получают заряд жизни, и он, скорее всего, должен быть достаточно ценным в плане адаптивности, потому что эта особенность независимо появлялась у рыб в процессе эволюции по меньшей мере восемь раз. Ее широкое распространение в водных биотопах связано с высокой электропроводностью воды по сравнению с воздухом.

Электрорецепция – это способность к восприятию информации электрической природы. Вероятно, все пластиножаберные рыбы обладают способностью к электрорецепции; они могут обнаруживать электрические раздражители, но не генерируют электричество самостоятельно. Они воспринимают его при помощи сети заполненных гелем пор и каналов, стратегическим образом распределенных по голове. В каналах находятся так называемые *ампулы Лоренцини*[212], названные в честь Стефано Лоренцини – итальянского врача, который впервые описал их в 1678 году. Отметив скопление черных пятнышек, которые окружают рыло у акул, словно щетина на небритом лице, Лоренцини удалил кожу и обнаружил трубчатые каналы, к которым подходят нервы. Некоторые из этих каналов были толщиной с нити спагетти.

Роль ампул Лоренцини в электрорецепции оставалась

недостаточно изученной до 1960 года[213]. Они обнаруживают малейшие изменения электрических полей, вызываемые нервными импульсами других организмов, хорошо распространяющимися в воде. Чувствительность этой системы такова, что простого биения сердца рыбы, прячущейся под 15-сантиметровым слоем песка, может быть достаточно, чтобы выдать ее присутствие голодной акуле или сому[214].

Некоторые костные рыбы активно производят собственные электрические разряды. Без сомнения, вы слышали об электрических угрях. Эти речные жители из Южной Америки могут вырастать до двух с небольшим метров и весить до 20 кг. Они получили свое название за удлиненную форму и не являются настоящими угрями, но принадлежат к семейству гимнотовых. Низковольтные разряды помогают этим рыбам искать дорогу в их мутных биотопах путем распознавания электрических полей, которые отражаются от твердых объектов. Но больше они известны способностью испускать оглушающие добычу электрические разряды напряжением до 600 вольт и больше[215]. Электрические органы располагаются в объединенных в столбики клетках в толще мускулатуры тела. В сложенных столбиком клетках батареи электричество может накапливаться, пока в нем нет необходимости, а затем, если угорь решит им воспользоваться, испускается одномоментно. Это встроенное электрошоковое оружие может использоваться для оглушения или умерщвления добычи, а также для отпугивания нежелательных пришельцев[216].

Сила напряжения разрядов электрических угрей и некоторых других рыб вроде электрических скатов снискала им название *сильноэлектрических* рыб. Но с моей точки зрения, самый интересный способ применения электричества остается за *слабоэлектрическими* рыбами, которые используют его для более мирной цели – общения с другими особями своего вида. Большинство этих рыб принадлежит к двум группам: к разнообразным рыбам-слоникам из Африки, получившим свое название за удлиненные, направленные книзу рыла, и к ножетелкам из Южной Америки, названным так за похожую на нож форму тела. Как и многие рыбы, владеющие технологиями невидимости, они населяют мутные воды, которые, вероятно, послужили поводом для адаптации – выработки новых невизуальных способов общения. Они общаются при помощи высокочастотных разрядов электрического органа (РЭО) – до 1000 импульсов в секунду, или до 1 килогерца (кГц); это более чем вдвое превышает частоту импульсов у электрического угря[217].

Они очень умело интерпретируют эти сигналы. Иллюстрация к этому – вид рыб-слоников, который живет в реках и прибрежных бассейнах Западной и Центральной Африки. Когда биологи Штефан Пайнтнер и Бернд Крамер из Института зоологии в Регенсбургском университете (Германия) предложили им искусственные РЭО, рыбы продемонстрировали «поразительную» способность различать разницу во времени импульса вплоть до миллионной доли секунды[218]. Это составляет конкуренцию эхолокации летучих мышей в качестве самой быстрой формы связи в животном мире.

Изменяя темп, продолжительность, амплитуду и частоту своих РЭО, рыбы-слоники могут обмениваться информацией, касающейся вида, пола, размера, возраста, местоположения, расстояния и готовности к размножению. РЭО также говорят о социальном статусе[219] и эмоциях, в том числе об агрессивности, подчинении и привлечении брачного партнера, для которого сигналы складываются в брачные «песни», что позволяет исполнить серенаду для потенциального спутника жизни при помощи экзотичной композиции из щебетания, скрежета или скрипов. (Когда вы общаетесь со своим объектом страсти при помощи электричества, выражение «между ними проскочила искра» приобретает дополнительный смысл.) Рыбы-слоники могут идентифицировать других особей по их РЭО-подписям, которые отличаются друг от друга и, вероятно, остаются постоянными с течением времени.

Доминирующие особи могут изгонять нарушителей со своей территории, когда обнаруживают их РЭО[220]; это, вероятно, объясняет, почему рыбы зачастую почтительно заглушают свои РЭО, проплывая через территорию соседа. Пары или группы рыб также координируют свои РЭО, создавая «эхо» и запевая «дуэтом». Самцы чередуют импульсы РЭО с другими самцами, тогда как самки синхронизируют их с оцениваемыми самцами.

Если поблизости обменивается сигналами другая группа рыб-слоников или ножетелок, могут возникнуть помехи. Рыбы преодолевают их, используя так называемый прием ухода от помех[221]: если частоты разрядов двух рыб слишком близки и сложно отличить их друг от друга, они исправляют ситуацию, усиливая различия в сигналах. Рыбы в социальной группе поддерживают отличие от сигнала соседей порядка 10–15 Гц[222], и это гарантирует, что каждая особь обладает персонифицированной частотой разрядов.

Записи сигналов генерирующих РЭО рыб-слоников на Верхней Замбези позволяют предположить, что они используют свои сигналы и для сотрудничества. РЭО, вырабатываемые

рыбами, которым угрожает сидящий в засаде хищник, стимулируют соседей присоединиться к тому, что можно назвать системой раннего обнаружения опасности. Если охотничьи успехи хищников будут невелики, это принесет пользу всем рыбам по соседству. Сигналы, которыми обмениваются знакомые друг с другом соседи, могут гарантировать, что все в порядке, и тем самым позволяют избежать необходимости в дорогостоящей защите территории. Такие «заклятые друзья» также становятся партнерами по стае[223], когда ощущается нехватка пищи.

Если все это кажется вам слишком сложным для рыбы, придется потратить некоторое время и пересмотреть свое восприятие рыбьего интеллекта. Имейте в виду, что у рыб-слоников самый крупный мозжечок среди всех рыб[224], и он в большей мере связан с электрокоммуникацией[225].

Использование электричества для обмена информацией имеет свою цену. Обладающие способностями к электрорецепции хищники могут перехватить сигнал. Это происходит у нильских клариевых сомов, охотящихся стаями во время впечатляющих ежегодных миграций в верховья реки Окаванго в Южной Африке. Значительную часть их рациона в это время составляет вид рыб-слоников, называемый бульдогами[226]. Сомы распознают местоположение несчастных бульдогов, подслушивая их РЭО. Но здесь все обстоит еще хитрее. Исследования в неволе установили, что РЭО самок бульдогов слишком короткие, чтобы их могли обнаружить сомы, тогда как РЭО самцов – в десять раз длиннее, и сомы могут легко распознавать их. Распределение по размерам бульдогов, обнаруженных в животах у сомов, показывает, что съедаются главным образом самцы. В ходе эволюционной гонки вооружений[227], когда нужно избежать возможности стать чьим-то обедом, можно ожидать от самцов бульдогов укорачивания их РЭО[228].

Удовольствие от прикосновения

Если боковая линия и разряды электрических органов чужды нашим сенсорным системам, то осязание конечно же нет. В ходе обсуждения этого знакомого чувства у рыб я хочу объединить его с другим видом ощущений, которое мы часто выводим из прикосновения и редко рассматриваем как часть жизни рыб. Я говорю о чувстве удовольствия.

В своей поэме «Рыба» Д. Г. Лоуренс писал:

Признаюсь, они кишат в компаниях.

Они собираются в молчаливые стаи,
Не обмениваясь ни словом, ни жестом,
Ни даже злостью.
Но вечно вместе, вечно разделены,
Каждый сам по себе, наедине с волной,
И вместе со всеми, на одной волне.
Магнетизм не дает им разбежаться.

Мне нравятся эти строки, и мне ясно, что имел в виду Лоуренс: для человека, дышащего воздухом, рыбы, навсегда заключенные в своей более тяжелой и вязкой среде, выглядят ужасно одинокими.

Но Лоуренс, писавший в начале 1920-х годов, не обладал преимуществами тех знаний о жизни рыб, которыми мы располагаем в наше время. Рыбы не одиноки. Они знают друг друга как личности, и у них есть свои предпочтения в том, с кем проводить время. Они общаются при помощи разнообразных сенсорных каналов. У них есть сексуальная жизнь. Вопреки представлению о том, что рыбы держатся обособленно, оказалось, что они очень чувствительны к прикосновениям, и обмен осязательными ощущениями обогащает жизнь многим из них.

В ходе изучения материалов для этой книги я получил по почте видеоклип от удивленного зрителя, который не мог понять, почему рыба – в том случае ярко-оранжевая цитроновая цихлазома (*Amphilophus citrinellus*), которая выглядит совершенно как дружелюбный персонаж из мультфильма «В поисках Немо», – раз за разом возвращается, чтобы человек погладил ее, вынул из воды и бросил обратно, продолжая игру с ней.

Что могло побудить рыбу делать это?

Я полагаю, что ответ на этот вопрос таков: ей это нравится. Рыбы часто прикасаются друг к другу, чтобы получить удовольствие. При ухаживании они могут тереться друг о друга или нежно прикусывать губами. Рыбы-чистильщики из кожи лезут вон перед своими драгоценными клиентами, лаская их плавниками[229], – это способ укрепления отношений между чистильщиком и клиентом. Мурены и груперы подплывают к знакомым ныряльщикам и получают поглаживания и почесывание «подбородка»[230].

Во время неформального исследования восприятия рыб обществом я получил сообщения от восьми из тысячи случайных респондентов. Люди прислали их по собственной инициативе и описали нечто похожее на поведение цитроновой цихлазомы, о которой мы только что говорили. Рыбы позволяли своим людям

ласкать, трогать, держать и поглаживать себя. Позже автор Кэти Анрах написала мне о полосатом мероу (*Epinephelus striatus*), которого она назвала Ларри. Всякий раз, когда Кэти и другие ныряльщики спускаются к нему на риф, Ларри выплывает, чтобы его ласкали. По словам Кэти, похоже, что Ларри нравится тесно общаться и следить за пузырями воздуха у ныряльщиков. Он даже перекатывается с боку на бок, «выпрашивая» ласку, как это делает собака или свинья. В настоящее время можно найти видео рыб, резвящихся среди ныряльщиков; иногда они прижимаются к ныряльщикам, которые осторожно поглаживают их по телу, словно это домашние кошки. Также появляется все больше и больше видео с аквариумными рыбами, которые раз за разом заплывают в руку заслужившего доверие владельца, чтобы их с любовью погладили.

Другая крупная группа рыб, акулы и скаты, также выказывает удовольствие в ответ на прикосновения. Ныряльщик Шон Пейн описал свою встречу с молодым скатом мантой близ побережья Флориды[231]. Рыба подплыла к Пейну и неоднократно терлась об него, закружив его в танго, которое бросило ее тело к нему в руки. «Когда я провел руками по ее коже, кончики ее крыльев задрожали, словно лапа собаки, которой особенно приятно чешут живот», – рассказал Пейн.

Андреа Маршалл, основательница Ассоциации морской мегафауны[232], описывает скатов мант как очень любопытных существ, ищущих общения с людьми. Эти массивные пластиножаберные рыбы, обладающие одним из самых больших мозгом среди всех рыб, любят получать пузырьковый массаж от Маршалл. Она проплывает под ними и выпускает пузыри из регулятора своего акваланга. Если она перестает это делать, скаты отплывают, но вскоре возвращаются, желая продолжения. Похожая история произошла в Аквариуме Шедда в Чикаго[233], где две из пяти зебровых акул в резервуаре объемом 1,5 миллиона литров любят плавать среди штатных сотрудников-ныряльщиков. «Я думаю, им нравится чувствовать пузыри воздуха, выходящие из наших регуляторов, – говорит Лиз Уотсон, заведующая коллекцией «Дикий риф». – Во время погружений для обслуживания аквариума, если мы помещаем свои регуляторы под ними, они плавают кругами, пока воздушные пузыри щекочут им живот».

Кроме прикосновений, есть много других способов получения рыбами удовольствия. На ум приходят еда, игра, секс и ощущение комфорта как таковое. Южные голубые тунцы в водах Австралии часами плавают, повернувшись на бок и подставляя тело лучам солнца. В точности неизвестно, почему они это делают. Один из

возможных ответов состоит в том, что они греются на солнце, чтобы поднять температуру тела, а это, в свою очередь, помогает им быстрее плавать и реагировать на ситуацию, делая их более успешными охотниками. Думаю, тепло солнца также приятно тунцу, поскольку в процессе эволюции удовольствие возникло как поощрение полезной формы поведения.

Луна-рыба получила свое английское название за любовь к солнечным ваннам[234], когда она лежит на боку под самой поверхностью воды. Эти огромные рыбы – еще и настоящие гостиницы для наружных паразитов: там находят приют минимум сорок разных видов таковых, в том числе крупные веслоногие раки, которые могут достигать более 15 сантиметров в длину. Луны-рыбы встают в очередь под плавучими скоплениями водорослей, ожидая, пока их обслужат рыбы-чистильщики. Первая луна-рыба в этой очереди плавает на боку, сигнализируя о своей готовности к чистке.

Но некоторые из паразитов слишком крупные, чтобы их могли удалить рыбы; это как раз тот случай, когда луна-рыба обращается к другому специалисту. Всплывая на поверхность, гигантская рыба приглашает чаек удалить внедрившихся кожных паразитов хирургическим путем, с помощью мощных клювов. Наблюдения показали, что луны-рыбы искали расположения птиц, следуя за ними и плавая рядом с ними на боку.

Имеем ли мы право думать, что луна-рыба знает о чувстве облегчения после раздражения кожи и понимает причинно-следственную связь между птицей и паразитом?[235] Это наилучшее объяснение, которое я могу придумать для мудрого старого существа, способного прожить целый век и преодолеть в своих странствиях тысячи километров открытого океана.

Чтобы познать удовольствие, нужно познать и боль. Или же нам просто кажется, что так и должно быть. Но все же, несмотря на устойчивый прогресс в понимании полнокровной жизни рыб, вопрос об их способности ощущать боль остается предметом обсуждения. А вот стоит ли его обсуждать? Давайте выясним.

Часть III
Какие эмоции испытывает рыба

Твоя жизнь – как шлюз обтекающих струй…

Д. Г. Лоуренс. Рыба[236]

Боль, осознание и понимание

Вода, утоляющая огонь жабр…

Д. Г. Лоуренс. Рыба[237]

Чувствуют ли рыбы боль? Хотя некоторым из нас это может показаться вполне очевидным, но, судя по тому, что люди делают с рыбами, исходя из их внешности, поведения и положения в группе позвоночных животных, многие придерживаются иного мнения. Мне известно очень немного исследований взглядов людей на эту проблему[238], вроде опросов североамериканских рыболовов и других заинтересованных лиц, имеющих отношение к спортивному рыболовству. Из них видно, что людей, верящих, что рыбы чувствуют боль, лишь немногим больше, чем не верящих в это. Известно исследование новозеландцев с похожим результатом[239].

Вопрос о том, испытывают ли рыбы боль, имеет огромное значение: вспомните о том астрономическом количестве убитых людьми рыб, о котором я рассказывал в прологе. Живые организмы, которые способны чувствовать боль, могут страдать, и потому заинтересованы в том, чтобы избегать боли и страдания. Возможность ощущать боль – вовсе не пустяк. Она требует осознанного опыта. Организм может избегать отрицательного стимула, не получая никакого болезненного опыта. Это может быть рефлекторный ответ, при котором нервы и мускулы заставляют тело двигаться, совершенно не задействуя в этом процессе мышление. Например, в больничной обстановке пациент-человек, находящийся под сильным воздействием седативных препаратов и неспособный испытывать боль, может, однако, отшатнуться в ответ на потенциально вредное раздражение вроде нагрева или сильного давления. Это происходит благодаря работе периферической нервной системы. Ученые используют термин «ноцицепция»[240] для описания первой стадии в ощущении боли: она необходима, но не достаточна для формирования опыта боли. Лишь в том случае, когда информация от ноцицепторов передается в более высокие мозговые центры, ощущается боль.

Существуют серьезные основания полагать, что рыбы наделены эмоциями. Будучи позвоночными, они имеют такой же общий план строения тела, как и млекопитающие, который включает позвоночник, набор органов чувств и периферическую нервную систему, управляемую мозгом[241]. Способность

обнаруживать опасные события и учиться избегать их также полезна для рыб. Боль предупреждает животных о потенциальном ущербе, который может привести к повреждениям или смерти. То и другое снижает или полностью ликвидирует репродуктивный потенциал особи – именно поэтому естественный отбор благоприятствует избеганию этих ужасных последствий. Боль учит и мотивирует животных избегать повторения опасного события.

Я хочу предложить вам выполнить одно задание, которое могло бы дать некоторое представление о том, что рыбы обладают сознательным пониманием и потому способны ощущать боль. Сходите в публичный аквариум. Выберите один из резервуаров. Потратьте пять минут, наблюдая за находящимися в нем рыбами. Смотрите долго и упорно. Взгляните внимательнее в их глаза. Понаблюдайте за движениями их плавников и тел, держа в памяти то, что вы теперь знаете об их зрении, слухе, обонянии и осязании. Выберите отдельную особь. Обращает ли она внимание на других рыб? Видите ли вы некую упорядоченность в ее движениях или же она выглядит всего лишь беспорядочно плавающей в разные стороны, словно на автопилоте?

Если вы это сделаете, то, скорее всего, вы увидите вовсе не случайный характер поведения. Вы заметите склонность рыб придерживаться общества других особей собственного вида[242]. Вы увидите – особенно у больших рыб с легче заметными частями тела, – что их глаза не таращатся в одну точку, а поворачиваются в глазницах. Если вы особенно терпеливы и наблюдательны, то обратите внимание на особенности, демонстрируемые разными индивидами. Например, одна рыба может оказаться доминирующей над другой, будет бросаться в погоню за ней, когда подчиненная особь нарушает некую социальную или физическую границу. Одни индивидуумы могут быть более рискованными, другие – более скромными.

Когда я был маленьким, я не проявлял особого внимания, разглядывая рыб в аквариуме. Я смотрел не на других существ, а лишь на плавающих созданий разных форм и цветов. Постепенно я начал наблюдать за рыбами все внимательнее, и они становились все интереснее. И сейчас, когда я задерживаюсь перед стеклянной стеной, которая разделяет две вселенных жизни, я замечаю, что в их плавании есть упорядоченность и закономерность, а социальная жизнь определенным образом организована. Даже в маленькой емкости, которая представляет собой жалкую замену сложной естественной среде обитания, у рыб обычно есть любимые места

для плавания или отдыха.

Рыбы, несомненно, активно воспринимают происходящее, но осознают ли? Осознание включает обладание опытом, умение обращать внимание, запоминать. Осознающее существо не просто живое; оно способно влиять на свою жизнь. В этой книге содержится много научных данных, подтверждающих идею о том, что рыбы обладают способностью осознавать. Но иногда история из жизни доносит это до нас лучше, чем любая наука. Ана Негрон, моя подруга-медик из Пенсильвании, поделилась со мной таким сообщением:

> Это было в 1989 году. Я медленно плыла под водой, возвращаясь к парусной лодке, стоящей на якоре в кристально чистых водах близ северо-восточного побережья Пуэрто-Рико, когда мы заметили друг друга – я и групер длиной четыре фута[243]. Он был так близко, что я почти могла протянуть руку и дотронуться до него. Весь его левый бок блестел в солнечном свете. Я прекратила работать ластами и замерла на месте. Мы неподвижно парили в воде всего лишь в футе под поверхностью, глядя друг на друга. По мере того как я дрейфовала по течению, его большой глаз двигался в глазнице, прикованный к моему взгляду; это продолжалось, наверное, полминуты, но показалось вечностью. Я не помню, кто из нас уплыл первым, но, когда я залезала обратно в лодку, я могла сказать, что рыба и женщина осознавали присутствие друг друга. Хотя с тех пор мне удалось заглянуть в глаза китам, присутствие этой рыбы по-прежнему ощущается мною сильнее всего.

Когда я наблюдаю за тем, что делают рыбы – плавают в воде, гоняются друг за другом, собираются в одном конце аквариума для кормления, – мой здравый смысл решительно говорит мне о том, что они сознающие, чувствующие существа. Это идет вразрез с моим глубоко укоренившимся, интуитивным стремлением думать иначе. Но здравый смысл и интуиция – не то, чем занимается наука. Давайте же посмотрим, что говорит последняя о способности рыб чувствовать.

Спор о способности рыб испытывать эмоции

Два ключевых игрока в лагере сторонников ощущения рыбами боли – биологи Виктория Брайтвейт из Университета

штата Пенсильвания и Линн Снеддон из Ливерпульского университета. Джеймс Роуз, почетный профессор Вайомингского университета, отрицает способность рыб чувствовать боль[244]. В 2012 году Роуз и шестеро его коллег, все – обладатели солидных дипломов, опубликовали статью под названием «Действительно ли рыба может ощущать боль?» (Can Fish Really Feel Pain?) в журнале Fish and Fisheries. Решающим моментом в их аргументации была вера в то, что рыбы не наделены сознанием (то есть не имеют представления ни о чем, не способны чувствовать, думать и даже видеть); а поскольку боль – исключительно сознательный опыт, из этого следует, что рыбы не могут ее испытывать. Основа их утверждений – то, что я называю «кортикоцентризмом», мнение, что для «обладания такой же, как у человека, способностью ощущать боль» нужно иметь неокортекс – отдел мозга, похожий на цветную капусту, на котором заметны извилины и борозды. Слово «неокортекс», если переводить его латинские корни, означает «новая кора» и обозначает новый слой серого вещества, который считается частью мозга позвоночных, появившейся в ходе эволюции самой последней. Он есть только в мозге млекопитающих.

Если неокортекс – вместилище сознания и им обладают только млекопитающие, из этого следует, что только они обладают и сознанием[245]. Но здесь есть одна большая загвоздка. Птицы лишены неокортекса, однако свидетельства существования сознания у птиц общепризнаны. Познавательные достижения птиц включают изготовление инструментов, удержание в памяти месяцами местоположения многочисленных спрятанных предметов, категоризацию объектов в соответствии с их общими характеристиками (вроде цвета и формы), узнавание голоса по прошествии нескольких лет, использование имен для призыва молодняка обратно в гнездо на закате, оригинальные игры вроде катания с сугробов или автомобильных стекол, а также хитроумные проказы – такие, как кража бутербродов и стаканчиков с мороженым у ничего не подозревающих туристов. Сознательные действия птиц оказались настолько впечатляющими[246], что классификация вошедших в поговорку «птичьих мозгов» была пересмотрена в 2005 году, чтобы отразить параллельный путь эволюции, который избрал птичий палеокортекс (древняя кора), позволяющий птицам проявлять познавательную активность на уровне, сопоставимом с млекопитающими. Птицы сокрушили идею о том, что живому существу нужен неокортекс, чтобы осознавать что-либо, обладать опытом, делать нечто умное, – или чувствовать боль.

Если какое-то животное без неокортекса все же оказывается

способным сознавать, это опровергает представление о том, что наличие сознания требует присутствия неокортекса. По сути, для заявления о том, что рыбы лишены сознания, нет никаких оснований. «Существует много способов приобрести сложное сознание, – говорит невролог Лори Марино из Университета Эмори. – Предположение о том, что рыбы не могут чувствовать боль, потому что у них нет необходимых анатомических особенностей нервной системы, напоминает аргумент о том, что воздушные шары не могут летать, потому что у них нет крыльев»[247]. Люди не могут плавать, потому что у них нет плавников?

Ответ рыб на наличие коры головного мозга у млекопитающих – *паллиум*[248], который примечателен своим удивительным разнообразием и сложностью[249]. Хотя паллиум среднестатистической рыбы обладает меньшей вычислительной мощностью, чем неокортекс среднестатистического примата, все более и более очевидно, что у рыб паллиум выполняет сходные функции, что неокортекс у млекопитающих и палеокортекс у птиц. В дальнейшем мы рассмотрим эти способности, но пока позвольте мне просто упомянуть обучение, память, распознавание индивидов, игру, использование орудий и совместную деятельность.

Возвращаясь на крючок

Давайте рассмотрим ситуацию, когда рыба раз за разом попадается на крючок, причем делает это быстро. «Истории о большеротых окунях, которые были пойманы и отпущены, но лишь затем, чтобы развернуться и вновь оказаться пойманными в этот же или на следующий день, иной раз даже не по одному разу», – пишет биолог Кейт А. Джонс в книге, посвященной ужению большеротого окуня[250]. Понятно, что некоторые рыбаки утверждают, будто это – подтверждение тому, что опыт попадания на крючок не наносит рыбе травму. Иначе почему же они так быстро вновь схватывают наживку? (В этот момент мы могли бы спросить: почему рыба раз за разом возвращалась к руке человека, ища ласки, если она ничего не может чувствовать?)

Но есть и понятие «боязнь крючка», знакомое многим рыболовам. Существуют исследования, в ходе которых проходило достаточно долгое время, прежде чем рыбы возвращались к нормальной жизни после поимки на удочку. Карпы и щуки избегали наживки до трех лет после того, как всего лишь один раз попались на крючок[251]. Серия тестов на большеротых окунях

показала, что они тоже быстро учились избегать крючков и продолжали бояться крючка в течение шести месяцев[252]. Существуют также исследования, в ходе которых рыбы возвращались к тому, что выглядело как нормальное поведение, через несколько минут после того, как подвергались инвазивным процедурам вроде хирургического вмешательства для вживления радиомаячка, чтобы отслеживать их перемещения в дикой природе. Я просто не в состоянии понять, как это должно бросать тень сомнения на наличие боли у рыб. Очень голодная рыба, которая ощущает боль, не прекращает хотеть есть, поэтому побуждение кормиться может перевесить тормозящее действие травматической боли.

В интервью 2014 года Кулум Браун, который исследует познавательные способности и поведение рыб в Департаменте биологических наук Университета Маккуори в Сиднее, сказал по поводу явления повторного попадания на крючок следующее:

> Им надо есть. В мире существует слишком много неопределенности, чтобы позволять пище уйти. Многие клюнут, даже когда будут совершенно сытыми. ‹…› Люди часто говорят мне: «Но я же продолжаю вылавливать одну и ту же рыбу». Ладно, согласен. Но если вы голодали, и кто-то продолжал подкладывать рыболовный крючок вам в гамбургер (скажем, крючок будет в одном из каждых десяти), что вы стали бы делать? Вы продолжите есть гамбургеры, потому что если вы этого не сделаете, то умрете голодной смертью[253][254].

Исследования боли у форели

Вопрос боязни крючка мало что доказывает, поэтому ученые и философы, вероятно, будут еще долго продолжать споры о сознании у животных. Чтобы изучить рыбьи способности к ощущению, стоило бы рассмотреть научные исследования боли у рыб. По этой теме существует значительное количество материала, из которого в рамках этой книги я могу привести в пример лишь малую часть. К числу самых тщательных относятся эксперименты с одной из костных рыб – радужной форелью, выполненные Брайтвейт и Снеддон. Их итоги подведены в книге Виктории Брайтвейт «Чувствует ли рыба боль?» (Do Fish Feel Pain?)[255].

Первый шаг в исследовании способности рыб чувствовать боль – узнать, есть ли у них для этого соответствующие

приспособления. Какие типы нервной ткани имеются у рыб и работает ли она так, как ожидалось бы от животного, наделенного ощущениями?

Чтобы это выяснить, форелей подвергли глубокой и необратимой анестезии (они находились без сознания на протяжении всего эксперимента, а затем были убиты путем передозировки анестезирующего вещества по его окончании), и их нервы были выведены наружу хирургическим путем. Был исследован тройничный нерв – самый крупный из черепных нервов, который имеется у всех позвоночных и отвечает за чувствительность тканей головы и моторные функции вроде кусания и жевания; оказалось, что он содержит одновременно А-дельта и С-волокна. У людей и других млекопитающих эти волокна связаны с двумя типами болевого ощущения: А-дельта-волокна сигнализируют об острой начальной боли во время ранения, тогда как С-волокна сигнализируют о более тупой, пульсирующей боли, которая следует за ней. Интересно, что исследователи обнаружили, что у форели доля С-волокон была значительно ниже (около 4 %), чем обнаруженная у других исследованных позвоночных (от 50 до 60 %). Это позволяет предположить, что, по крайней мере, у форелей постоянная боль после исходного ранения могла быть менее серьезной. Но отличие в их соотношении может мало что означать[256], поскольку, как отметила Линн Снеддон, А-дельта-волокна форели работают таким же образом, как С-волокна у млекопитающих, реагируя на самые разнообразные вредные раздражители.

Затем исследовательская команда захотела выяснить, активизируют ли тройничный нерв болевые раздражители, нанесенные на кожу форели. Это было сделано путем стимуляции[257] тройничного узла – области, где сходятся три чувствительные ветви тройничного нерва. Микроэлектроды вводились в тела отдельных нервных клеток нервного узла, а затем к рецепторным областям на голове и морде применялись три вида раздражителей: механический (прикосновение), тепловой и химический (слабая уксусная кислота). Все они вызывали быстрые вспышки активности в тройничном нерве, что регистрировалось как электрические сигналы в электродах. Одни нейроны отвечали на все три типа раздражителей, другие – на один или два. Это позволило ученым сделать важный вывод: у форели имеются соответствующие приспособления, чтобы реагировать на различные типы потенциально болезненных происшествий: механическое повреждение (вроде пореза или укола), ожог или химическое повреждение (от кислоты).

Обладание приспособлениями для ощущения боли –

надежное основание для вывода о том, что организм наделен способностью чувствовать, но это не последнее слово. Даже в свете накопленных на данный момент свидетельств по-прежнему может выясниться, что нейроны, нервные узлы и мозг рыб способны лишь регистрировать негативный раздражитель рефлекторным путем, без всякого психологического ощущения боли.

В следующей фазе экспериментов форели подвергались одному из четырех способов воздействия. После вылова сетью и последовавшей за этим быстрой анестезии им: (1) делали в рот (под кожу) инъекцию пчелиного яда, (2) делали инъекцию уксуса, (3) делали инъекцию нейтрального соляного раствора или (4) подвергали похожему обращению, но без инъекций. Манипуляции 3 и 4 позволили исследователям исключить эффекты, связанные с манипуляцией рыбами и уколом иглой. Затем форели были возвращены в аквариум, где проживали до этого, и за ними наблюдали из-за черного занавеса, чтобы больше их не тревожить. Ученые измеряли темп движения жаберных крышек, проверяя, насколько быстро те открываются и закрываются: это измерение известно по более ранним исследованиям как хороший индикатор дистресса[258] у рыб. Все форели явно испытывали дистресс из-за обращения, которому подверглись, но не одинаково, а в зависимости от того, что с ними делали. В двух контрольных группах частота движений жаберных крышек возросла с исходного темпа, составляющего около 50 движ./мин до примерно 70. Частота движений жаберных крышек возросла до примерно 90 движ./мин в группах с пчелиным ядом и уксусом.

Все форели были обучены подплывать к кормушке всякий раз, когда включался свет, но после соответствующих манипуляций с ними ни одна не приблизилась к кольцу, хотя рыбы не ели целый день. (Это составляет разительный контраст с историями о рыбах, попадавшихся на крючок и возвращавшихся к наживке, когда их выпускали.) Вместо этого они стояли на дне аквариума, опираясь на грудные плавники и хвост. Кроме того, некоторые рыбы из «пчелиной» и «уксусной» групп покачивались из стороны в сторону и совершали отдельные стремительные рывки. Некоторые из рыб, обработанных уксусом, также терлись мордами о стенки аквариума или гравий, словно пытаясь облегчить жжение или зуд.

К концу первого часа скорость движений жаберных крышек контрольных рыб вернулась в норму. Для сравнения, частота движений жабр у рыб из групп с пчелиным ядом и уксусом по-прежнему составляла 70 движ./мин или больше спустя два часа после инъекций и вернулась в нормальное состояние лишь через

три с половиной часа. Кроме того, через час после инъекции контрольные рыбы начали вести себя живее, когда включался свет, хотя по-прежнему не приближались к кормушке с пищей. Спустя один час двадцать минут после инъекции рыбы из обеих контрольных групп приближались к кормушке и хватали гранулы корма, когда те тонули в воде. Потребовалось почти втрое больше времени, прежде чем рыбы, обработанные пчелиным ядом и уксусом, начали проявлять интерес к кольцу кормушки.

Отрицательные реакции форели на причиненный им ущерб удалось резко снизить при помощи болеутоляющего средства – морфия[259][260]. Морфий принадлежит к семейству препаратов, называемых опиоидами, и известно, что рыбы обладают чувствительностью к таковым. Их поведение в ответ на применение опия в данном случае согласуется с их опытом облегчения боли при помощи препарата.

В других экспериментах, проводившихся примерно в это же время, физиологи Лилия Червова и Дмитрий Лапшин[261] документально зафиксировали, что ноцирецепторы – нервная ткань, чувствительная к вредным раздражителям, – широко распределены по телу у форели, трески и карпа[262]. Они обнаружили, что самые чувствительные места располагались вокруг глаз, ноздрей, хвоста и грудных и спинных плавников – частей тела, которые, подобно нашим лицам и рукам, играют самую основную роль в ощущении объектов и манипуляции с ними. Червова и Лапшин также обнаружили, что препарат трамадол подавлял чувствительность рыб к ударам током: чем больше было количество препарата, тем быстрее облегчалась боль.

Эксперименты Брайтвейт, Снеддон, Червовой и Лапшина явно указывают на то, что рыбы *чувствуют* боль, а не просто отвечают рефлекторным путем на негативный раздражитель. Но стоило провести еще один тест, который включал бы изменения в сложном поведении, требующем познавательных процессов более высокого порядка. Распознавание незнакомого объекта и сосредоточение внимания на нем были как раз тем, что нужно, и именно на это решили обратить свое внимание Снеддон, Брайтвейт и Майкл Джентл.

Как и большинство рыб, форели распознают объекты, недавно помещенные в окружающую их обстановку, и активно избегают их. Зная об этом, исследователи построили башенки из красных кирпичиков Lego и установили их в аквариумах, где жили эти рыбы[263]. Когда они вернули «контрольных» рыб в аквариумы после того, как их брали в руки и вводили им в губы соляной раствор, эти рыбы активно избегали башенок, тогда как рыбы,

получившие инъекцию уксуса, регулярно проплывали рядом с башенкой. Похоже, инъекции уксуса угнетали когнитивное поведение форелей, связанное с опознанием и избеганием нового объекта. Исследовательская команда предположила, что боль от уксуса настолько стрессировала форелей, что они оказывались неспособными проявлять нормальные формы поведения.

В ходе дальнейших попыток проверить эту гипотезу дистресса рыбам в обеих группах после инъекций соляного раствора или уксуса был введен морфий. На сей раз рыбы из обеих групп – соляной раствор + морфий и уксус + морфий – избегали башенок из Lego.

Другие исследования способности чувствовать у рыб

Эксперименты, о которых я вкратце рассказал здесь, – еще не последнее слово в вопросе о боли у рыб. Оценить то, как рыбы отвечают на раздражители, которые мы расцениваем как болезненные, можно и с других точек зрения. Одно из ожидаемых отличий осознанно испытываемой боли от бессознательной, рефлекторной реакции на неприятные раздражители – это изменчивый или специфичный ответ. Одним из способов проверки этого является изменение интенсивности стимула. Например, макроподы в ответ на слабые удары током плавали активнее, словно пытаясь найти путь к спасению[264]. Более сильные удары, напротив, приводили к отступлению от источника удара и проявлению защитного поведения.

Другой подход состоит в том, чтобы менять психологическое состояние рыбы во время действия раздражителя. В ходе исследования, в котором использовались 132 данио-рерио, ответы на инъекцию уксусной кислоты в хвост отличались друг от друга в зависимости от того, были ли рыбы испуганы перед инъекцией[265]. Когда производилась только инъекция, данио плавали беспорядочно и совершали движения хвостом, не приводившие к рывку вперед. Однако в том случае, когда рыбы предварительно подвергались воздействию феромона тревоги других данио, они вели себя так, как обычно поступают представители этого вида, когда сталкиваются с чем-то новым или пугающим: они либо замирали на месте, либо плавали у дна. Они не метались беспорядочно и не совершали хаотичные движения хвостами. Различие позволяет предположить, что страх рыб подавил или пересилил боль; то же явление хорошо известно у людей и других млекопитающих. Это адаптивный ответ, потому что избегание опасной ситуации, которая может закончиться

смертью, берет верх над неподвижностью ради залечивания раны.

Линн Снеддон использовала то, что я расцениваю как самый убедительный способ исследования боли у данио-рерио: она задалась вопросом, готовы ли рыбы «заплатить», чтобы получить облегчение от боли[266]. Как и многие животные, содержащиеся в неволе, рыбы положительно относятся к наличию визуальных и других стимулов. Например, данио-рерио предпочитает плавать скорее в богатой стимулами камере с растительностью и объектами, которые можно исследовать, чем в пустой камере в том же самом аквариуме[267]. Когда Снеддон делала данио инъекцию уксусной кислоты, это предпочтение не менялось; не менялось оно и у других данио, инъецированных соленой водой (вызывавшей лишь кратковременную боль). Однако, если в пустой камере аквариума, которой не оказывалось предпочтение, было растворено болеутоляющее вещество, инъецированные кислотой рыбы выбирали прежде нелюбимый пустой отсек. Рыбы, инъецированные соляным раствором, оставались на богатой стимулами стороне аквариума. Таким образом, данио могут заплатить определенную цену за получение некоторого облегчения своей боли.

Когда Янике Нордгрин из Норвежской школы ветеринарных наук и Джозеф Гарнер, ныне работающий в Стэнфордском университете, представили иной метод для оценки боли у золотых рыбок, он дал удивительный результат[268]. Они прикрепили маленькие нагреватели из фольги к шестнадцати золотым рыбкам и постепенно повышали температуру. (Я получил некоторое облегчение, прочитав, что аппарат был оснащен датчиками и предохранителями, отключающими нагреватели, чтобы предотвратить серьезные ожоги.) Половина золотых рыбок получила инъекции морфия, остальные – соляной раствор. Авторы полагали, что если золотые рыбки чувствуют боль от нагрева, то обработанные морфием особи были бы способны выдерживать более высокие температуры до того, как начнут реагировать на них. Однако обе группы рыб показывали соответствующий ответ на боль: они начинали «извиваться», и это происходило примерно при одной и той же температуре. Однако, проверяя золотых рыбок через тридцать минут или больше после возвращения в аквариумы, где они проживали до этого, исследователи заметили, что рыбы в каждой из групп демонстрировали различное поведение. Обработанные морфием рыбы плавали примерно так же, как обычно, тогда как рыбы, инъецированные раствором соли, проявляли больше реакций избегания хищника, в том числе совершая так называемые «скачки из С-образного положения» (сгибали голову и хвост на

одну и ту же сторону тела, образуя подобие буквы «С» и, резко распрямляясь, совершали скачок) и подергивания хвостом.

Исследование Гарнера и Нордгрин свидетельствуют о том, что рыба может чувствовать и начальную острую боль, и последующую продолжительную боль. Ответ можно уподобить нашей реакции на прикосновение руки к горячей печке. Вначале мы даем немедленный рефлекторный ответ: невольно отдергиваем руку от жара, не останавливаясь, чтобы подумать об этом. И лишь через секунду или чуть позже мы ощущаем основную волну боли. Затем мы можем испытывать дискомфорт на протяжении нескольких часов или дней, пока наши тела «напоминают», чтобы мы не вздумали повторить принесшее боль действие. Этот результат позволяет мне предположить, что у золотых рыбок могло бы быть больше С-волокон, связанных с длительной, пульсирующей болью, чем у форелей, у которых они были обнаружены в небольшом количестве.

Путь к научному согласию

В настоящее время совокупность доказательств наличия у рыб чувства боли достаточно велика, поэтому ее поддерживают уважаемые организации, среди которых Американская ассоциация ветеринаров. В изданном ею в 2013 году «Руководстве по эвтаназии животных» говорится:

> Утверждения о том, что реакция рыб на боль представляет собой всего лишь простые рефлексы, были опровергнуты исследованиями, демонстрирующими электрическую активность переднего и среднего мозга в ответ на возбуждение, которая различается в зависимости от типа раздражаемых ноцицепторов. Консолидация научения и запоминания в опытах, где рыб обучают избегать вредных раздражителей, помещает вопрос о способности рыб познавать и ощущать в плоскость, когда превосходство накопленных свидетельств поддерживает точку зрения, в соответствии с которой в отношении рыб должны применяться те же соображения, что и в случае наземных позвоночных, когда речь идет об облегчении боли[269].

В 2012 году группа весьма уважаемых ученых встретилась в Кембриджском университете, чтобы обсудить текущее научное понимание сознания у животных[270]. После целого дня обсуждений была составлена и подписана Кембриджская

декларация о сознании. Один из ее выводов:

> Нейронные сети, поддерживающие поведенческие/электрофизиологические состояния внимания, сна и принятия решений, очевидно, возникли в процессе эволюции еще на стадии радиации беспозвоночных; их наличие очевидно у насекомых и головоногих моллюсков (например, у осьминога).

Перевод: для сознания не требуется наличия позвоночника. Кроме того:

> Как представляется, нейронные субстраты эмоций не ограничиваются кортикальными структурами. Фактически подкорковые нейронные сети, возбуждающиеся у людей, когда их обуревают эмоции, также играют исключительно важную роль в возникновении эмоционального поведения у животных.

Перевод: эмоции также возникают в отделах мозга, не относящихся к коре больших полушарий. И еще:

> Отсутствие неокортекса не является особенностью, исключающей возможность переживания организмом эмоциональных состояний.

Перевод: живому существу не нужен большой, замысловато устроенный мозг вроде человеческого, чтобы чувствовать возбуждение от пищи или страх из-за хищников.

Теперь вы можете подумать: «Браво, умники-ученые, вы додумались до нового способа показать всем, что вы – последние, кто признал то, что здравый смысл уже объявил вполне очевидным. Как сказал физиолог и автор Гай Брэдшоу, «это не новость, это банальность»[271]. Но это также говорит о серьезности проблемы признания феномена (сознания), личного по своей сути, и об исторически сложившемся нежелании науки применить его в полном объеме к кому-то иному, помимо человека.

Рыбы демонстрируют признаки ощущения боли и физиологически, и поведенчески. Они обладают такими же специализированными нервными волокнами, какие используют млекопитающие и птицы, чтобы обнаружить вредные раздражители. Они могут учиться избегать ударов током и попадания на крючки рыболовов[272]. Они осознают наносимый им вред, когда их тела подвергаются неприятным повреждениям,

и это ухудшение состояния здоровья можно повернуть вспять, если дать им облегчение от боли.

Может ли это стать последней главой в книге споров о боли и сознании у рыб? Вряд ли. Всегда могут найтись те, кто будет апеллировать к нашей неуверенности, чтобы утверждать, что рыбы лишены чувства боли. Даже если свидетельства для немногих изученных видов рыб будут считаться истинным чувством боли, по-прежнему можно заявлять, что мы просто не знаем этого в отношении множества других видов рыб, которым повезло не оказаться под скальпелями, шприцами или маленькими нагревателями из фольги.

Существование сознания и боли у рыб не просто поддерживается общим мнением научных кругов: возможно, сознание впервые эволюционировало именно у рыб. Почему? Потому что рыбы были первыми позвоночными, потому что они появились в ходе эволюции более чем за 100 миллионов лет до того, как предки нынешних млекопитающих и птиц поставили свою лапу на сушу, и потому, что эти предки получили бы немалую выгоду от наличия хотя бы минимума необходимых приспособлений к моменту начала колонизации такого разительно нового ландшафта. Также, вероятно, предки рыб приобрели в процессе эволюции сознание: ведь в наше время рыбы обладают способностями, которые согласуются с наличием у них сознания и ощущений[273]. И, как мы увидим, рыбы используют свой мозг, чтобы добиваться иной раз весьма полезных результатов.

От стресса к радости

> *Лицо рыбы – это одно из ее печально известных слабых мест. Даже если учесть тот факт, что это была самая первая попытка создать настоящее лицо, о нем можно сказать лишь немногим больше, чем то, что рот, нос, глаза и лоб, если все это можно так назвать, располагаются в надлежащем порядке. Этим лицом не пользовались, чтобы хмуриться или улыбаться; если бы рыба могла делать такие вещи, ей доставалось бы гораздо больше симпатии, чем сейчас.*
>
> *Брайан Кертис. История жизни рыбы*[274]

Одна женщина поделилась со мной рассказом о двух рыбах. В конце 2009 года она купила девятнадцатилитровый аквариум и трех маленьких золотых рыбок – оранду, черного телескопа и рюкина[275]. Как и многие новички-аквариумисты, Лори мало знала о том, как ухаживать за рыбами, и на протяжении следующих месяцев купила и потеряла нескольких золотых рыбок. Но первые рюкин и черный телескоп продолжали выживать. Лори дала рюкину имя Сибисквит, а ее муж назвал черного телескопа Блэки[276].

Однажды Лори пришла домой на обед и, к своему ужасу, обнаружила Блэки застрявшим внутри декоративной пагоды, которую она поместила в аквариум, чтобы разнообразить среду обитания рыб. Пытаясь выбраться, Блэки много раз ударялся о стенки и окна своей пластмассовой тюрьмы. Он выглядел ослабевшим.

Тем временем Сибисквит отчаянно бросался к Блэки, занимаясь тем, что Лори приняла за усилия по вызволению его из пагоды. Сибисквит раз за разом наседал на Блэки, словно пробуя выпихнуть его на свободу. Лори дотянулась до пагоды и как можно осторожнее извлекла Блэки пальцами. Он выглядел плохо. На одном боку у него полностью содралась чешуя, а на раздутом правом глазу были ссадины. Он вяло висел у дна аквариума, едва

шевелясь. Лори не думала, что он выживет.

В течение нескольких следующих дней Сибисквит держался у бока Блэки, охраняя его, и маленький черный телескоп выздоровел. Глаз зажил, а на поврежденном боку постепенно наросла новая чешуя.

С того момента Лори заметила явное изменение в отношениях между Блэки и Сибисквитом: «До случая с пагодой Сибисквит вел себя как хозяин, часто настойчиво преследуя Блэки, но затем перестал так делать. Я начала воспринимать рыб как личностей с чувствами и индивидуальностью».

Она пересадила их в семидесятипятилитровый аквариум, с большим фильтром и минимумом украшений. Блэки умер в июне 2015 года в возрасте шести лет – очевидно, из-за поломки фильтра. Сибисквит «тянет лямку» вместе с новым компаньоном – золотой рыбкой по имени Ту Мач[277], которая была спасена со школьного карнавала.

В еще одном случае, о котором рассказала южноафриканская газета двадцатью пятью годами ранее[278], есть поразительные параллели с историей Лори. Речь шла о сильно деформированной рыбке – черном телескопе по имени, как вы уже догадались, Блэки, который едва мог плавать. Когда Блэки пересадили в аквариум, где жила крупная золотая рыбка-оранда по имени Биг Рэд[279], тот немедленно проявил интерес к своему соседу-инвалиду. Он также начал оказывать ему помощь, располагаясь прямо под Блэки. Вместе они плавали кругами по аквариуму тандемом: Биг Рэд обеспечивал толчок вперед, который помогал Блэки двигаться и добираться до корма, когда его рассыпали по поверхности воды. Владелец зоомагазина определял поведение Биг Рэда как сострадание.

Аппаратное обеспечение эмоций

Истории, подобные рассказам Лори и хозяина южноафриканского зоомагазина, имеют не слишком большое значение для науки, потому что они представляют собой разрозненные, пусть и поучительные, наблюдения, а формы поведения и эмоции, которые лежат в их основе, печально знамениты своей сложностью интерпретации. Например, как понять, что Сибисквит не нападал на Блэки в пагоде из-за страха или стресса? На мой взгляд, устойчивые изменения в отношениях этих двух рыб в дальнейшем – более убедительное наблюдение. Оно говорит о том, что происшествие с Блэки было важным событием, сблизившим обоих.

Если же не принимать во внимание забавные истории, то что говорит об эмоциях рыб наука? Хорошо было бы начать рассказ с их материальной основы в мозгах и телах рыб.

В формирование эмоций вовлечены сравнительно древние области головного мозга, сохранившиеся в процессе эволюции и присутствующие у всех позвоночных[280]. Как мы уже увидели в предыдущем разделе, крупный мозг с неокортексом не обязателен для того, чтобы оцепенеть от ужаса или разозлиться. Все большее число экспертов полагает, что эмоции возникли параллельно с сознанием. Иногда реагировать лучше, чем думать. Представьте себе, что вы – древнее морское существо, внезапно встретившееся с хищником. Если вам нужно будет подумать: «Елки-палки, а уберусь-ка я лучше отсюда, пока жив», вы очень скоро окажетесь чьим-нибудь обедом. Полезнее будет немедленно удрать в ужасе, оставляя размышления на потом.

Эмоции тесно связаны с гормонами – биологически активными веществами, вырабатывающимися в железах внутренней секреции и оказывающими регулирующее влияние на обмен веществ, физиологические функции и поведение. Известно, что так называемый нейроэндокринный ответ фактически одинаков у костных рыб и млекопитающих[281]. Вывод состоит в том, что эти сочетания гормонов могут действовать сходным образом в царстве сознания и эмоций, то есть психонейроэндокринология этих двух групп также могла бы быть схожей.

Окситоцин представляет собой пример таких параллелей. Известный также как «вещество любви», окситоцин связан с эмоциональной привязанностью, оргазмом, родовыми схватками, молочным вскармливанием и чувством влюбленности[282]. Исследователи из Университета Макмастера в Гамильтоне, Канада, обнаружили, что рыбья версия этого же самого гормона, изотоцин, также регулирует поведение в различных вариантах социальной обстановки[283]. Когда взрослым самцам небольшой африканской рыбы семейства цихлид (*Neolamprologus pulcher*) делали инъекции либо изотоцина, либо соляного раствора, контрольные особи под воздействием последнего не показывали никаких заметных изменений в поведении. Напротив, рыбы, обработанные изотоцином, стали более эмоциональными. Они агрессивнее относились к заметно более крупному конкуренту, когда между ними искусственно устраивался поединок за территорию[284]. Удивительно, что цихлиды среднего ранга, инъецированные изотоцином, демонстрировали поведение подчинения по отношению к другим членам своей стаи. Авторы предполагают, что подчинение

в качестве ответа помогает этим очень социальным рыбам, которые совместно выращивают потомство, оставаться дружной и более стабильной группой. Это может быть и не любовь (в том виде, в каком мы ее знаем), но тактичная и дружеская ответная реакция.

Другой способ исследования эмоций у рыб состоит в том, чтобы искать параллели с млекопитающими и птицами, подвергая их мозг сходным повреждениям и сравнивая результаты. Один из объектов такого сравнения – миндалевидное тело, пара похожих на миндальный орех образований, представляющих собой часть древней лимбической системы мозга. У млекопитающих миндалевидное тело помогает регулировать эмоциональные реакции, память и принятие решений. Похоже, что медиальная область плаща мозга у рыб выполняет функции миндалевидного тела. Когда эта область либо повреждена (путем перерезания подходящих к ней нервов), либо стимулируется электрическим током, происходят изменения в агрессивном поведении, которые имитируют сходные изменения у наземных животных, подвергнутых аналогичным действиям[285]. Исследования на золотых рыбках также показали, что медиальная область плаща мозга участвует в формировании эмоционального ответа на пугающий раздражитель[286].

Как у рыб проявляется страх? Например, как они реагируют, оказавшись объектами нападения хищника? Они отвечают так, как мы могли бы ожидать этого, если ощущают страх[287]. В дополнение к ускоренному дыханию и испусканию феромонов тревоги[288] они демонстрируют классические формы поведения, характерные для наземных животных, когда те напуганы: могут спасаться бегством, замирать на месте, пытаться казаться крупнее или изменять цвет. В течение некоторого времени после этого они также прекращают питаться и избегают места, где произошло нападение[289].

Станет ли рыба чувствовать себя менее напряженной, если ее подвергнуть действию препаратов, которые вызывают у нас снижение беспокойства? Оксазепам – один из таких препаратов: он широко используется для лечения тревожных состояний, неврозов и для борьбы с симптомами похмельного синдрома у пациентов-людей. Когда исследователи во главе с Юнатаном Кламиндером в Университете Умео в Швеции поймали диких речных окуней и подвергли их действию оксазепама, было зафиксировано, что раствор повышал активность и снижал смертность мальков[290]. Повышенная активность могла бы показаться удивительным ответом на препарат, но в действительности эта реакция не противоречит

успокаивающему действию: спокойные рыбы меньше боятся исследовать окружающую обстановку. В этом состоянии рыбы, находившиеся под действием препарата, меньше времени проводили в стаях с сородичами и больше времени искали корм, что также могло бы объяснить их улучшенную выживаемость в неволе при отсутствии хищников[291].

Сохранять спокойствие конечно же очень хорошо, если находишься в безопасной обстановке; но у появления страха в ходе эволюции были серьезные основания: он мотивирует нас спасаться бегством и прятаться от опасности. Рыбы – это способные ученики, с готовностью обучающиеся бояться чего-то, просто наблюдая за реакцией других особей своего вида. Например, необученные толстоголовы (*Pimephales promelas*), которые изначально не боялись незнакомых хищников, плавающих по другую сторону стеклянной перегородки, вскоре научились избегать этих хищников, наблюдая за реакциями испуга у обладающих соответствующим опытом толстоголовов[292].

Толстоголовы также учатся избегать хищников, когда ощущают присутствие феромонов других толстоголовов (вспомните феромон тревоги рыб из нашего разговора об обонянии). Используют ли они эти запаховые подсказки о скрытой опасности так же серьезно, как зрительные подсказки? Похоже, что нет. Ученые из Университета Саскачевана обучили рыб так, чтобы незнакомый запах воспринимался как «безопасный», потому что он никогда не приводил к отрицательным последствиям[293]. На самом деле запах принадлежал щуке, опасному врагу толстоголовов, но толстоголовы, которых использовали в этом исследовании, были собраны в водоеме, где не водятся щуки, и потому ничего не знали о запахе щуки и его значении. Контрольная группа толстоголовов находилась в таком же режиме обучения, только с чистой водой (без запаха щуки). В день эксперимента толстоголовам из обеих групп в индивидуальном порядке предъявлялся запах щуки совместно с одним из двух дополнительных снимулов: (1) феромоном тревоги толстоголова или (2) хорошо знающим его и потому испуганным модельным толстоголовом, реагирующим на опасный запах щуки. Рыбы, которым ранее никогда не предъявлялся запах щуки, отвечали одинаковым образом и на феромон тревоги, и на реакцию испуга модельного толстоголова. Однако рыбы, обученные считать, что запах щуки был «безопасным», демонстрировали слабый ответ на феромон тревоги, хотя показывали характерное поведение страха (меньше двигались и искали пищу, прятались в укрытии) в ответ

на испуг своих сородичей.

Итак, по крайней мере для толстоголовов вид испуга более убедителен, чем его запах. Исследование также поддерживает мысль о том, что при появлении риска нападения хищника толстоголовы доверяют другим толстоголовам больше, чем себе. Лучше поостеречься угрозы, которая окажется незначительной, чем проигнорировать угрозу, которая окажется существенной. Как гласит мудрость, «лучше перебдеть, чем недобдеть».

Снятие стресса

Возможность спастись из пугающей ситуации не только важна для того, чтобы выйти из нее живым: она полезна для здоровья в дальнейшем. Из исследований страха у крыс, собак[294], обезьян и других видов – и, разумеется, из опыта людей, ставших жертвами войны и других долговременных страшных ситуаций, – известно, что стресс, от которого невозможно избавиться, может привести к разного рода проблемам, в том числе к тревожности, депрессии и снижению иммунитета.

Один из ответов нашего тела на стресс – выделение кортизола. Этот так называемый гормон стресса занят регуляцией такого состояния, и он исполняет эту функцию у других позвоночных, в том числе у рыб[295].

Команда ученых из Института нейробиологии Общества Макса Планка и Калифорнийского университета исследовала мутантных данио-рерио с дефицитом кортизола[296]. Эти рыбы подвергались стрессу неизменно высокого уровня и в ходе тестирования поведения демонстрировали признаки депрессии. Когда нормальные данио помещены в новую среду, первые несколько минут они держатся замкнуто и плавают нерешительно. Но вскоре любопытство берет верх, и они начинают исследовать свой новый аквариум. В противоположность им рыбы-мутанты демонстрировали большие трудности в привыкании к новому положению, и особенно сильной была их реакция на одиночество: они опускались ко дну аквариума и сохраняли неподвижность.

Поведение рыб возвращалось к нормальному, когда в воду добавлялся один из двух препаратов – диазепам (валиум), снижающий тревожность, или флуоксетин (прозак), антидепрессант. Социальные взаимодействия, включавшие визуальный контакт с другими данио через стенку аквариума, также помогали облегчить депрессивное поведение мутантных особей.

Если рыбы могут быть подвержены депрессии и тревожности, то могут ли они также принимать активное участие в своем исцелении? Ищут ли рыбы способы успокоиться?[297] Заголовок статьи, опубликованной в 2011 году в Washington Post, «Успокойся, дорогая, я поглажу твои плавнички» (Calm Down, Dear, I'll Rub Your Fins) описывает именно это. Предположив, что забота, которую рифовые рыбы получают от рыб-чистильщиков, может доставлять им удовольствие и снимать стресс, Марта Суареш из Института прикладной психологии (ISPA) в Лиссабоне вместе с целой командой исследователей[298] разработала эксперимент для проверки этой идеи[299].

Они отловили тридцать два полосатых ктенохета[300] в районе Большого Барьерного рифа в Австралии. Как только рыбы привыкли к неволе, их в случайном порядке разделили на стрессовую и нестрессовую группы. Невезучие рыбы, попавшие в стрессовую группу, отсиживались в течение тридцати минут в ковшике с водой, глубины которой едва хватало, чтобы покрыть их тело. Этот прием предназначался специально для того, чтобы значительно поднять уровень кортизола в их крови (стандартный критерий стресса). Затем рыбы, подвергнутые и не подвергнутые стрессу, рассаживались по одной на две часовые сессии в отдельные емкости с искусственной правдоподобной моделью рыбы-чистильщика. Форма и расцветка модели точно имитировали губана-чистильщика – рифовую рыбу, которая живет тем, что оказывает услуги по чистке клиентов вроде рыб-хирургов. В половине емкостей модель была неподвижной; в другой половине она была оборудована механическим устройством, позволяющим совершать плавные размашистые движения.

Подвергшиеся стрессу рыбы-хирурги тянулись к движущейся модели, словно дети к конфетке. Они подплывали к фальшивой рыбе-чистильщику и наклоняли свои тела прямо перед ней. Но они вели себя таким образом лишь в том случае, когда был тот, кто смог бы их погладить. Они посещали подвижную модель в среднем по пятнадцать раз, тогда как неподвижная модель не посещалась ни разу. Поглаживания, сделанные моделью, также привели к снятию стресса; это измерялось уровнем кортизола, снижавшимся, когда рыбы (как из стрессовой, так и из нестрессовой группы) получали доступ к движущейся модели рыбы-чистильщика, по сравнению с неподвижными моделями. Кроме того, уровень кортизола снижался пропорционально времени, проведенному в контакте с движущимися моделями.

С характерной для ученого осторожностью Марта Суареш и ее коллеги сделали вывод: «Мы знаем, что рыбы ощущают боль,

[поэтому] возможно, что рыба также ощущает и удовольствие».

Несмотря на кокетливый тон сообщения в СМИ о рыбах, потирающих друг другу плавнички[301], это вовсе не научпоп. Исследование позволяет сделать важные выводы о социальной жизни и наличии качества жизни. Оно подкрепляет мысль о том, что на посещение чистильщиков рыб мотивирует желание получить удовольствие, потому что движущиеся модели не удаляли паразитов или чего-то еще, однако рыбы-хирурги все равно неоднократно подплывали к ним.

Удовольствие эволюционировало как награда за «хорошие» формы поведения, которые способствуют поддержанию здоровья отдельной особи и дальнейшему сохранению ее генов; поэтому приятные ощущения, которые нам знакомы, рождаются во время поедания пищи, игры, пребывания в комфортных условиях и занятия сексом. До недавних пор считалось ненаучным даже строить предположения о том, каково может быть эмоциональное состояние у рыб. По этой причине большинство дискуссий ограничивалось физиологией так называемых систем поощрения. Изящно простое научное определение поощрения – это то, за что животное будет работать.

У млекопитающих ключевой игрок в физиологии поощрения – дофаминовая система. Когда крысы играют, их мозг выделяет большие дозы дофамина и эндорфинов, а когда им (или нам) дают препараты, блокирующие рецепторы, чувствительные к этим химическим веществам, они теряют тягу к пище, которая обычно приносит им удовольствие. У рыб также имеется дофаминергическая система. Если вы даете золотой рыбке соединение, которое стимулирует выработку дофамина в ее мозге, вроде амфетамина или апоморфина, золотая рыбка будет стремиться получать его все больше и больше. Золотые рыбки, «сидящие» на амфетамине, предпочитают заплывать в камеру, где получают амфетамин, тогда как золотые рыбки, подвергшиеся действию фенобарбитала, учатся избегать попадания туда. Амфетамин обладает положительным подкрепляющим эффектом в отношении обезьян, крыс и людей, и это происходит путем усиления готовности дофаминовых рецепторов в системе внутреннего подкрепления. Поскольку в мозге золотой рыбки есть клетки, производящие дофамин[302], предполагается, что у золотых рыбок за положительное подкрепляющее свойство амфетамина отвечает такой же механизм. Как и некоторые млекопитающие, рыбы склонны к злоупотреблению амфетамином и кокаином и оказываются не в силах устоять, когда они имеются в свободном доступе. Но в случае с теми рыбами-хирургами, которые подплывали к подвижным моделям рыб-чистильщиков,

чтобы их погладили, нет никакого пагубного пристрастия – просто рыба, движимая желанием получить приятный и целебный массаж[303].

Игры, в которые играют рыбы

Если вы выигрывали приз, забрасывали мяч в корзину из трехочковой зоны или видели малыша, визжащего от восторга, когда с ним играет в салочки кто-то из родителей, то вы знаете, что такое радость. Один из типов поведения, который вызывает радость, – игра. Игра полезна, особенно для молодых животных, которые должны развивать физическую силу и координацию, а также изучать важные навыки выживания и социального поведения. В игре также заложен психологический элемент (это весело). Ученые уже довольно давно начали исследовать игры у животных[304]: немецкий философ Карл Гроос издал книгу «Игра у животных» (Die Spiele der Tiere) в 1896 году.

Игру у животных изучать нелегко. Это спонтанный[305] вид активности, и ее участники обычно должны чувствовать себя расслабленными или счастливыми, чтобы принимать в ней участие. Многие из наблюдений за играми у животных – удачное стечение обстоятельств[306].

Это не стало препятствием для Гордона М. Бергхардта, этолога из Университета Теннесси, который поразительно похож внешностью на Чарльза Дарвина. В своей карьере, насчитывающей почти шесть десятилетий работы и сотни научных статей, Бергхардт не обходил стороной провокационные темы, среди которых есть и игра у животных там, где вы могли бы и не ожидать ее найти, – или то, что он описывает на своем веб-сайте как «игровое поведение у “неиграющих” таксонов».

В 2005 году Бергхардт издал самое всеобъемлющее на тот момент исследование игры у животных[307]. На обложке книги «Происхождение игры у животных» (The Genesis of Animal Play) изображена тропическая рыба, аквариумный самец звездчатого трофеуса[308], толкающий носом погружной термометр. В дальнейшем Бергхардт и двое его коллег, Владимир Динец и Джеймс Б. Мерфи, опубликовали результаты исследования трех самцов звездчатого трофеуса, взаимодействующих с этим термометром – 11,5-сантиметровой стеклянной трубкой с грузом внизу, заставляющим ее плавать вертикально[309]. В течение двенадцати сессий команда зарегистрировала более 1400 случаев, когда три рыбы, помещавшиеся в аквариум по отдельности на каждую сессию,

подталкивали термометр.

Каждая рыба делала это в своей манере. Рыба № 1 «нападала» главным образом на верхушку термометра, заставляя его раскачиваться, прежде чем он вернется в вертикальное положение. Рыба № 2 также любила кружиться вокруг термометра, касаясь его, когда проплывала рядом. Рыба № 3 наносила удары по предмету – в основание, среднюю часть или вершину. Ее удары были самыми сильными: они заставляли термометр плавать, покачиваясь, по всему аквариуму и иногда застревать в углу. Столкновения термометра со стеклянными стенками были достаточно громкими, чтобы их можно было услышать из соседней комнаты.

Игра ли это? По мнению авторов, это игра, если она:

1. Не преследует никаких целей, определенно направленных на выживание, вроде спаривания, кормления или драки[310].
2. Добровольна, возникает спонтанно или приносит удовлетворение; отличается от типичных функциональных форм поведения (полового, территориального, хищнического, защитного, кормового) по форме, цели или времени; повторяется, но не имеет связи с нервными расстройствами.
3. Проявляется только в отсутствие вызывающих хронический стресс факторов вроде голода, болезни, перенаселения или хищничества.

Поведение цихлид соответствует всем этим критериям. Звездчатые трофеусы – не хищники, и нападения на термометр, которые они предпринимали, не были похожи на нормальное кормовое поведение. Доступность или отсутствие пищи не оказывали никакого закономерного воздействия на их забавы с термометром. Возможность полового поведения также была исключена. Взаимодействие цихлид с термометром напоминало быстрые удары, которые они наносят конкурентам, но отличалось большей повторяемостью (очень похоже на боксера, упражняющегося с грушей), и рыбы занимались этим, только когда были одни, не находились в состоянии стресса и, возможно, испытывали нехватку стимулов.

Если учесть, что в аквариуме для наблюдения были и другие объекты, в том числе палочки, растительность и камешки, то чем же этих рыб так сильно привлекал термометр? Авторы предполагают, что причиной могло быть реактивное качество объекта, который возвращается в исходное положение после удара – так же как старые надувные игрушки в виде клоуна, отклоняющиеся к полу и резко выпрямляющиеся всякий раз после

того, как их ударить[311]. Этологи пробуют взглянуть на это с точки зрения самого животного.

Бергхардт и его соавторы интерпретируют возвращение в исходное положение как «имитацию контратаки противника, которая всегда оказывалась безуспешной».

Это пример игры с предметами. Когда в процессе игры взаимодействуют два индивидуума, биологи называют это социальной игрой. Вот один из примеров, о котором любезно рассказала бывшая работница приюта для животных, проживающая в штате Вирджиния. Когда-то в одном доме с ней и ее мужем проживали несколько кошек и одна цихлазома северум[312], которую держали в аквариуме. Рыба включилась в игру с кошками, которые иногда тихонько проходили по книжным полкам, чтобы попить из «ее» аквариума. Цихлида сидела в засаде в ожидании этих пушистых незваных гостей, прячась под прикрытием из нескольких стеблей тростника в углу аквариума. Опыт научил кошек поглядывать в глубины, выискивая признаки засады, но рыба знала об этом и сидела тихо как мышь. И только когда мордочка кошки вплотную опускалась к воде, рыба бросалась вперед, продираясь через тростник, словно торпеда, одержимая желанием укусить кошачий язык. Если кошка ощущала «подводное извержение вулкана», она старалась сделать глоток до того, как рыба достигнет ее языка.

Со временем участники этой хитроумной игры в кошки-рыбки показывали признаки того, что она вносила желанное разнообразие в их тихую домашнюю жизнь. Ни с одной из сторон не проливалось ни капли крови, но иной раз кошки возвращались с высоко поднятой головой и хитрыми глазами, чтобы снова поиграть в эту игру.

Это не просто социальная игра, это межвидовая социальная игра.

Третья разновидность игр – одиночная игра. В 2006 году немецкий логопед по имени Александра Райхле засвидетельствовала пример одиночной игры во время посещения художественной выставки в Доме искусства в Штутгарте. Она описывает выставку под названием Kunst Lebt («Искусство живет») как фантастическое смешение скрытых от глаз сокровищ из всех музеев страны. В нее входил большой аквариум (экспозиция Государственного музея естествознания в Карлсруэ) объемом около 566,5 литра, содержащий изысканную коллекцию красочных экзотических рыб.

Будучи любителем рыб, Александра провела много времени, наблюдая за тем, что происходило за стеклом. Вскоре она обнаружила маленькую изящную рыбку с телом миндалевидной

формы, окрашенную в роскошный розовато-лиловый цвет с желтым и ярко-синим оттенком. Позже она определила ее как королевского пурпурного антиаса (*Pseudanthias tuka*), уроженца азиатских морей. Похоже, что у рыбы была своя цель. Она плавала в одном и том же направлении у самого дна, а затем, добравшись до конца аквариума, поднималась и всплывала к поверхности. Добравшись туда, она попадала в струю из водяного насоса, которая отбрасывала маленькую путешественницу, словно ракету, обратно на другую сторону. Там она снова спускалась ко дну и вновь проходила цикл от начала до конца. Райхле рассказала мне: «Что самое интересное, я бы назвала себя довольно пессимистическим человеком, и первое, о чем я бы подумала, – то, что это стереотипия (бесцельное, повторяющееся, невротическое поведение) из-за тесноты. Но похоже, что эта маленькая рыбка и впрямь хорошо проводила время».

Я спросил ее, почему она подумала, что это было веселье. «Хотя многие другие рыбы просто плавали в разные стороны, не имея конкретной цели, эта явно решила повеселиться. Мне бы хотелось попросить и других рыб последовать за нею и насладиться ее сумасшедшей поездкой в искусственном течении».

Это – не единичное сообщение. Бергхардт наблюдал, как морские рыбы в очень высоком колонновидном аквариуме раз за разом «катались» на воздушных пузырях от распылителя от дна емкости до самого верха. Он думает, что это могло бы быть весело не только для рыб, но и для нас самих.

Прыжки ради забавы?

Если катание на воздушных пузырях для рыб – это развлечение, могут ли они и прыгать ради забавы? Если вы успели провести какое-то время за греблей, рыбалкой или наблюдениями за птицами на озерах и реках, вы, вероятнее всего, видели рыб, выпрыгивающих из воды. Я видел это много раз. Закон средних чисел говорит, что это обычно происходит, когда я смотрю в другом направлении, и мои глаза поворачиваются в нужную сторону как раз для того, чтобы увидеть лишь брызги. Иногда мне выпадает достаточно редкая удача увидеть и саму рыбу, и я видел рыб длиной сантиметров по тридцать (а также мелюзгу по 2,5 сантиметра длиной), выпрыгивающих из воды на высоту, равную длине их собственного тела.

Конечно, рыбы покидают воду в отчаянных попытках спастись

от хищников. Дельфины пользуются этим поведением, образуя круг и схватывая паникующих рыб прямо в воздухе. Но точно так же, как мы можем рвануться с места от радости или от страха, могут прыгать под влиянием эмоций и рыбы. Скатов мобул побуждает вовсе не страх, когда они подбрасывают ввысь свои огромные тела (с размахом крыльев до 5 метров и весом до тонны) в прыжках высотой до 3 метров, прежде чем шлепнуться вниз с громким плеском. Существует около десятка общепризнанных видов скатов мобул, и воздушные трюки закрепили за ними прозвище «летучие мобулы». Они занимаются этим целыми стаями, насчитывающими сотни особей. Многие из их прыжков исполняются так, чтобы рыбы приводнились на живот, но иногда они делают кувырок вперед и приводняются на спину. Инициаторами этого считаются самцы, из-за чего некоторые предполагают, что игра может иметь значение во время ухаживаний. Другие ученые думают, что это может быть стратегия по избавлению от паразитов. Но каким бы ни было их назначение, я утверждаю, что скаты еще и доставляют себе удовольствие.

Во время плавания на каяке по кристально чистым водам Национального заповедника Чассахоуицка во Флориде я наблюдал несколько стай по пятьдесят или больше кефалей[313], движущихся элегантным строем. Кефали настолько же красивы, насколько обычны в этих местах. Их кремовые и желтоватые плавники и полосы на боках были особенно хорошо заметны, когда они выпрыгивали из воды – это форма поведения, известная для кефалей. Большую часть времени я видел, как рыба делала один или два последовательных прыжка, но одна из них прыгнула семь раз подряд. Каждый прыжок был высотой сантиметров в тридцать, а длиной – от полуметра до почти метра.

Во всем мире существует восемьдесят видов кефалей[314], и никто не знает наверняка, почему они прыгают. Обычно они падают в воду боком, позволяя выдвигать теории о попытках избавиться от кожных паразитов. Другая идея состоит в том, что они делают это для того, чтобы вдохнуть кислород. Так называемая *гипотеза воздушного дыхания*[315] поддерживается фактом, что кефали прыгают больше, когда в воде меньше кислорода, но против нее говорит вероятность того, что прыжок требует больше энергии, чем рыба получает, глотая воздух.

А могли бы эти рыбы прыгать еще и ради забавы, своего рода рыбьей игры? Гордон М. Бергхардт опубликовал сообщения о дюжине типов рыб, неоднократно прыгавших и кувыркавшихся, иногда над плавающими предметами – палками, тростником, греющимися на солнце черепахами и даже над мертвыми

рыбами! – без всякой иной видимой причины, кроме развлечения[316].

Пока еще никто не поставил научных экспериментов, чтобы проверить эту интригующую возможность. Возможно, кто-нибудь должен будет поймать несколько быстрых рыб, посадить их в роскошный аквариум со всеми удобствами (включая романтичную музыку и механическую модель рыбы-чистильщика), а затем дать им плавающие предметы, чтобы они прыгали через них.

Верх от купальника

Позвольте мне поделиться с вами маленькой историей о чувстве, которое все мы хорошо знаем. Это то самое чувство, которое мы испытываем, когда проходим мимо места происшествия, получаем завернутый подарок или подслушиваем спор в ресторане. Это то, что мы называем любопытством.

Ученая с Аляски рассказала мне о ее встрече с любопытными рыбами у пустого пляжа на Ямайке во время медового месяца. Они с мужем плавали с трубкой по рифу. Ее муж, превосходный пловец, обнаружил, к своему ужасу, что она не умела нырять под воду. После того как его усилия проинструктировать ее насчет того, как нырять, потерпели неудачу, он предпринял нечто более решительное:

> Приложив значительные усилия, он стянул с меня верх купальника, затем поплыл вниз и нацепил его на ветку коралла примерно в пятнадцати футах[317] подо мной. «Конечно, у меня была бы мотивация, чтобы достать ее», – смеясь, сказал он мне.
>
> Я не нудистка по природе, поэтому очень огорчилась, хотя мы явно были одни. Несколько раз я пробовала нырнуть, чтобы достать купальник, но напрасно. Вся эта бурная деятельность оказала неожиданное действие на местных рифовых рыб. Вместо того чтобы отступить, они начали собираться вокруг нас. Потом я заметила, что на Боба все это тоже подействовало, но, хм, очень интимным образом. Он подплыл ко мне и приложил все усилия, чтобы дать волю своей страсти. Увы, моя собственная плавучесть не допустила успешного завершения этих усилий. Однако мы были поражены реакцией рыб. Крохотные голубые рыбешки, рыбы-ангелы, настоящая радуга красок, форм

и размеров рифовых жителей – они окружили нас со всех сторон, повернувшись к нам головами и наблюдая. Их тела и хвосты трепетали, отчего они выглядели единой мерцающей массой.

В конце концов муж сжалился над женой и вернул купальник. Когда минутная страсть угасла, рыбы потеряли к людям интерес и их круг распался. Но то, что два человека, предпринявшие неловкую попытку осуществить действие, делающее всех нас равными друг другу, оказались в окружении стаи внимательно наблюдающих рыб, продолжает ее интриговать; она по-прежнему спрашивает себя о том, что думали рыбы и ощущали ли они энергию, создаваемую любовным приключением людей.

Если помнить о чувствительности рыб к сенсорным раздражителям в их водной среде, сразу несколько теорий могли бы объяснить, что сделало этих рыб вуайеристами. Поскольку мы сами – существа, ориентирующиеся при помощи зрения, мы предпочли бы в первую очередь предположить, что их привлекли движения молодых любовников. Но вполне возможно, что существовали какие-то особенности электрического поля или обмена веществ в телах двух людей, которые пробудили их любопытство. Кроме того, вполне возможно, что рыбы испытывали не осторожное любопытство, а беспокойство, поскольку контролировали намерения пары потенциальных хищников. Это также можно было бы рассматривать как любопытство, тем более что люди были незнакомыми чужаками.

Когда рыба обращает на нас внимание, мы оказываемся в осознаваемом мире другого существа. В этом есть что-то волнующее. Изучение эмоций рыб – определенно научная задача, сопряженная с трудностями. Но, как мы уже увидели, существуют методы, позволяющие исследовать чувства рыб, и накапливающиеся свидетельства указывают на существование по крайней мере у некоторых рыб разнообразных эмоций, среди которых страх, стресс, игривость, радость и любопытство.

Исследование того, как и о чем думают рыбы, сопряжено с меньшими сложностями по сравнению с попыткой изучить, что они чувствуют. И как мы увидим дальше, в области познавательных способностей рыбам есть чем похвастаться.

Часть IV
Что думает рыба

Нет ничего чересчур чудесного для того, чтобы быть правдой, при условии, что это не противоречит законам природы.

Майкл Фарадей[318]

Плавники, чешуя и интеллект

Я, однако, уверен, что и у других живых существ, которых обычно считают безмозглыми и неинтересными, есть удивительные секреты – просто их никто не изучал достаточно настойчиво.

Владимир Динец. Песни драконов[319]

С течением времени эволюция заботится о том, чтобы животные становились умелыми в том, что важно для них. Мы не можем лазить по деревьям так же, как шимпанзе, у которого верхняя часть тела в четыре-пять раз сильнее, чем у нас. Мы не можем бегать быстро, как гепард, или прыгать, словно кенгуру, а разогнавшийся марлин пересек бы финишную черту на стометровке прежде, чем Майкл Фелпс всплыл бы, чтобы сделать первый вдох. Быстро двигаться ради выживания этим животным нужнее, чем нам, и благодаря естественному отбору более быстрые особи таких животных с большей вероятностью передадут свои гены быстроты следующему поколению.

Тот же самый принцип применим и к умственным способностям. Если природа ставит проблему, решаемую умом, и ее решение приносит большое преимущество, то спустя какое-то время существа могут стать способными на достижения в когнитивной деятельности, которые в ином случае мы сочли бы выходящими за пределы их способностей лишь из-за того, что они маленькие или не приходятся нам близкими родственниками. Современное научное направление когнитивной экологии признаёт, что интеллект формируется в соответствии с необходимыми для выживания условиями, с которыми животное сталкивается на протяжении своей обычной жизни. Так, некоторые птицы могут запомнить, где они закопали в землю десятки тысяч орехов и семян (что позволяет им находить их в долгие зимние месяцы), норный грызун может изучить устройство сложного подземного лабиринта с сотнями тоннелей всего за два дня, а крокодилу хватает ума носить на своей голове палочки и плавать как раз рядом с местами, где гнездятся цапли, а затем нападать, когда неосторожная птица пикирует, чтобы подобрать материал для гнезда. Если вы не знали, что рептилия способна продемонстрировать планирование и использование

инструментов, не считайте, что вам недоговаривали: ученые знали об этом явлении примерно столько же, пока оно не стало достоянием общественности в 2015 году.

А как насчет умственных способностей рыб? Если не принимать во внимание вольностей, которые позволяли себе сценаристы популярных мультфильмов вроде «Русалочки», «В поисках Немо» и его продолжения «В поисках Дори», – могут ли рыбы думать на самом деле? Давайте же посмотрим, что рыбы могут делать, используя мозг.

Вот пример рыбьего интеллекта, который нам любезно предоставляет бычок *Bathygobius soporator* – мелкая рыбка, населяющая литораль как Восточной, так и Западной Атлантики. Когда начинается отлив, эти бычки любят оставаться около берегов, забившись в теплые, изолированные от моря литоральные ванны, где можно найти множество лакомых кусочков. Но литоральные ванны – не всегда убежища от опасности. Хищники вроде цапель могут заглянуть сюда в поисках корма, и тогда лучше будет поспешно убраться оттуда. Но куда же уйти маленькой рыбке? Батигобиусы применяют невероятный маневр: они прыгают в соседний водоем.

Как же они делают это и не заканчивают свои дни на камнях, обреченные умирать на солнце?

Со своими выпуклыми глазами, слегка вздутыми щеками, нависающими над недовольно скривившимся ртом, с округлым хвостом и бежево-серо-коричневыми пятнышками, разбросанными по 7-сантиметровому торпедообразному телу, этот бычок вряд ли похож на кандидата на участие в Эйнштейновской олимпиаде среди животных. Но его мозг превосходит любые ожидания в любом отношении. Ведь маленький бычок запоминает топографию литоральной зоны, сохраняет в уме расположение впадин, которые образуют будущие литоральные ванны среди камней во время отлива, – когда плавает над ними во время прилива!

Это пример составления когнитивной карты. Использование когнитивных карт известно в мореплавании и считалось уникальным для людей умением, присущим только людям, пока в конце 1940-х годов его не обнаружили у крыс[320]. С тех пор оно было зарегистрировано у животных многих типов.

Умение бычка было продемонстрировано[321] биологом Лестером Аронсоном (1911–1996) из Американского музея естественной истории в Нью-Йорке. Примерно в то же самое время, когда крысы удивили нас своими умениями строить когнитивные карты, Аронсон построил в своей лаборатории искусственный риф. Он заставлял своих бычков прыгать, тыкая

изображающей хищника палочкой в одну из построенных им литоральных ванн. Рыбы, у которых была возможность плавать по своему жилищу во время «прилива», оказались способными перепрыгнуть в безопасное место в течение 97 % времени. Необученные рыбы, у которых совсем не было опыта плавания при высоком стоянии воды, добивались успеха лишь на уровне, близком к случайному, – в 15 % попыток. После всего лишь одного сеанса обучения во время прилива маленькие бычки все еще помнили пути спасения спустя сорок дней. Следует отметить, что эти рыбы почти наверняка испытывали стресс в ходе исследования: их поймали в родных местах в дикой природе и поместили в ограниченное пространство в чуждой среде. И действительно, во время исследований Аронсона несколько особей умерли от болезни; это предполагает, что они не процветали в условиях неволи.

Если подытожить закономерности, наблюдаемые нами в других исследованиях, то индивидуальное поведение отражало опыт, полученный в микросредах обитания в дикой природе. Рыбы, собранные на участках пляжа, где во время отлива не было литоральных ванн, вели себя не так, как их бывалые сородичи, хотя все равно показывали результаты намного лучше случайных. Недавнее исследование выяснило, что мозги у видов бычков, обитающих в лужах среди камней, отличаются от таковых у видов бычков, которые не имеют нужды прыгать в безопасные места[322]: в мозге прыгунов имеется больше серого вещества, отвечающего за пространственную память, тогда как у обитателей песка больше нейронов занято обработкой зрительной информации[323].

Способность бычков *Bathygobius soporator* создавать когнитивные карты, позволяющие точно прыгать из одной литоральной ванны в другую, представляет собой хрестоматийный пример наличия мыслительного навыка, доведенного потребностью до совершенства. Как сказал биолог и писатель Владимир Динец[324], специалист по поведению и когнитивным способностям крокодилов: «Когда люди используют слово “разум”, это обычно означает “способность думать так же, как я”». Это довольно эгоцентричный способ оценивать умственные способности. Я подозреваю, что, если бы этот бычок смог сформулировать определение разума, он включил бы в него возможность создавать и запоминать когнитивные карты.

Запоминая путь к спасению

Способность создавать когнитивные карты и вспоминать их спустя недели иллюстрирует больше, чем потрясающий талант бычка-батигобиуса спасаться при помощи решительного прыжка. Она также делает явным человеческое предубеждение недооценивать существ, которых мы не понимаем. Я не знаю, что делала золотая рыбка, чтобы заработать себе такой ярлык, но ее пресловутая «трехсекундная память» по-прежнему находит место в популярной культуре (просто попробуйте задать подобный запрос в Google)[325]. Я по-прежнему вижу в аэропортах рекламу инвестиционной компании, которая использует предполагаемую трехсекундную память золотой рыбки для контраста с важностью поддержания наших деловых связей. (Также хотелось бы покаяться: моя собственная память иногда схлопывается едва ли не в три секунды, когда я забываю, куда по рассеянности положил свой мобильный телефон или очки.)

Возможность что-то помнить одинаково полезна как для рыбы, так и для рябчика или рыси. Тони Питчер[326], профессор биологии из Университета Британской Колумбии, вспоминает о лабораторном исследовании в курсе поведения животных, который он читал много лет назад. Студенты исследовали цветовое зрение у золотых рыбок. Каждой рыбе была назначена кормовая трубка, окрашенная в незначительно отличающийся от других цветовой оттенок, и рыбы продемонстрировали хорошее цветовое зрение. После исследования золотые рыбки были возвращены в аквариум. На следующий год некоторые из этих же рыб были объединены для исследования с новой, необученной группой. Когда их поместили в обстановку для исследования, рыбы-ветераны быстро расплылись к своим старым трубкам, делая совершенно очевидным тот факт, что каждая из них помнила точный цвет и/или местоположение трубки, где кормилась за год до этого.

Изучение памяти рыб – это далеко не что-то новое. В 1908 году Джейкоб Рейхард, профессор зоологии из Мичиганского университета, опубликовал результаты исследования, в ходе которого он скармливал мертвых сардин хищным рыбам луцианам[327]. Одни из сардин были окрашены в красный цвет, другие – нет. Луцианам было все равно, и они жадно глотали пищу обоих типов. Но когда Рейхард сделал красных сардин несъедобными отвратительным способом – вшив им в рот жгучие щупальца медузы, луцианы вскоре перестали есть красных рыб. Что особенно примечательно, красных сардин не трогали еще спустя двадцать дней. Этот эксперимент демонстрирует не только память луциана, но и его способность ощущать боль и учиться на этом.

Мое любимое исследование памяти рыб провел Кулум Браун, биолог, с особым интересом относящийся к когнитивным способностям рыб. Браун – соредактор книги «Когнитивные способности и поведение рыб» (Fish Cognition and Behavior), которая помогла устроить революцию в представлениях о мышлении рыб, происходящую в настоящее время в нашем собственном мышлении.

Браун отловил взрослых радужниц *Melanotaenia duboulayi* в ручье в Квинсленде (Австралия) и перевез их в свою лабораторию[328]. Рыбы получили свое название[329] за калейдоскоп ярких красок, образующих полосы на чешуе вдоль их боков. Взрослые радужницы достигают длины примерно в пять сантиметров, и Браун предположил, что их возраст составлял от года до трех лет. Он поместил рыб в три больших аквариума, примерно по сорок особей в каждый аквариум, и дал им месяц, чтобы они адаптировались.

В день испытаний он отловил случайным образом трех самцов и двух самок из аквариумов, где они жили, и поместил их в экспериментальный аквариум, оборудованный системой блоков, которая позволяла протягивать вдоль всего аквариума вертикальную сеть (трал). Размер ячеи трала составлял сантиметр с четвертью; он позволял рыбам ясно видеть другую сторону, но не давал протиснуться через отверстия сети. Единственное отверстие чуть большего размера, достигавшее 1,9 сантиметра в поперечнике, находилось в центре трала и предоставляло путь к спасению, когда трал тянули с одного конца аквариума в другой.

Рыбам давали пятнадцать минут, чтобы они привыкли к новой обстановке, а затем в течение тридцати секунд протягивали трал с одного конца емкости в другой, останавливая его сантиметрах в трех от края аквариума. Потом трал вынимали и помещали обратно в исходное положение. Это составляло одну часть эксперимента. С двухминутными интервалами следовали еще четыре таких же. Пять групп по пять рыб были протестированы в 1997 году, а затем вновь проверены в 1998 году.

В тестах 1997 года во время первого прогона радужницы паниковали, совершая стремительные и беспорядочные броски и стараясь держаться около стенок аквариума, явно не зная, что делать, чтобы спастись от приближающегося трала. Многие из них в итоге оказывались в ловушке между стеклом и сетью. В дальнейшем их результаты неуклонно улучшались, и к пятому тесту вся стайка из пяти рыб спасалась через отверстие.

Когда эти же рыбы были протестированы повторно через

одиннадцать месяцев, не видя за прошедшее время ни экспериментального аквариума, ни трала, они паниковали гораздо меньше, чем в предыдущем году. И они нашли спасительное отверстие и воспользовались им в ходе первого прогона примерно так же быстро, как делали это в последние прогоны в 1997 году. «Все происходило так, словно у них не было никакого перерыва, а они сами прошли через трал десять раз подряд!» – рассказывал мне Браун.

Между прочим, одиннадцать месяцев составляют почти треть от продолжительности жизни радужницы. Это очень долгое время, чтобы помнить нечто случившееся с вами лишь один раз.

Есть много других примеров, когда рыбы демонстрируют воспоминания о чем-либо спустя долгое время. Среди них – исследования, показывающие длящуюся больше года боязнь крючка у карпов[330], и наблюдение за макроподами, которые несколько месяцев избегали места, где на них нападал хищник[331]. Есть и множество рассказов вроде истории Бентли – содержащейся в неволе рыбы-наполеона[332]. Когда обычный гонг к обеду вновь зазвучал после перерыва в несколько месяцев, Бентли бросился к тому месту, где подавалась его любимая еда – кальмары и креветки[333].

Жить и учиться

Память тесно связана с обучением, поскольку для того, чтобы что-то помнить, нужно вначале об этом узнать. «Почти для каждого достижения в обучении, которое демонстрирует млекопитающее или птица, можно отыскать похожий пример у рыб», – пишет специалист по биологии рыб Стефан Рибс[334]. Если вы хотите произвести на кого-нибудь впечатление знанием особого языка специалистов по рыбам[335], пробуйте на одном дыхании произнести эти названия форм обучения у рыб: неассоциативное обучение, привыкание, сенсибилизация, ложное обусловливание, классическое обусловливание, оперантное обусловливание, научение избеганию, перенос контроля стимулов, последовательное обучение с переучиванием и интерактивное обучение.

На сайте YouTube можно посмотреть видео с золотыми рыбками, обученными проплывать через обручи и заталкивать мячи в миниатюрные футбольные ворота. Это достигнуто путем оперантного обусловливания, или обучения по ассоциации. При исполнении желаемой формы поведения рыба получает стимул вроде вспышки света, немедленно сопровождаемый поощрением

в виде пищи. Рыба быстро обучается связывать проплывание через обруч и вспышку света с поощрением. Через некоторое время рыба будет знать, что нужно проплывать через обруч, когда видишь только вспышку света, и с надеждой исполнит задачу даже в том случае, когда никакой пищи не дается. Это тот же самый подход, что используется при дрессировке собак, кошек, кроликов, крыс и мышей с помощью кликера[336].

(Мы можем смиренно признать, что рыбы – наши пленники, а мы – те, кто контролирует их в экспериментах вроде описанных выше. Многим не предоставляются богатая стимулами среда и необходимое жизненное пространство; вместо этого они зачастую проводят свои дни в настоящем заключении, лишенные товарищеских отношений с другими особями своего вида и с малым количеством мест, где можно спрятаться, или вовсе без них. Если для животного единственный способ получить пищу – потолкаться около мячика, то оно, вероятнее всего, сделает это. Если бы мы находились в подобной ситуации, то, вероятно, поступили бы так же. Так или иначе это все равно предпочтительнее по сравнению с обычной альтернативой для содержащихся в неволе рыб, не получающих никакого иного стимула, кроме пищи, а какая бы то ни было деятельность, которую они могут наблюдать, происходит по ту сторону стекла.)

Хозяева аквариумных рыбок часто рассказывают, что их питомцы, похоже, знают, когда наступает время кормления. Об этом свидетельствуют простые эксперименты с содержащимися в неволе животными. Например, Кулум Браун и его коллеги кормили содержавшихся в неволе рыб *Brachyrhaphis episcopi* (известных также как епископы)[337] в одном конце их аквариума утром, а в другом – вечером[338]. По истечении примерно двух недель рыбы ожидали корм в соответствующем месте в нужное время[339]. Золотистым шайнерам[340] и скаляриям требовалось от трех до четырех недель, чтобы успешно осуществить это так называемое *пространственно-временное обучение*. Для сравнения, крысам требуется чуть меньше времени, примерно девятнадцать дней[341], а садовые славки постигают несколько более сложные задачи, включающие четыре местоположения и четыре отрезка времени, всего за одиннадцать дней[342]. Эти цифры имеют лишь небольшое значение, поскольку подразумевают уровень интереса к пище – мотиватору, используемому в экспериментах по обучению и одинаковому на протяжении всего времени. Фактически же рыбы обычно питаются реже (около двух раз в день), чем мелкие птицы (каждые несколько минут), поэтому поддерживать их мотивацию для экспериментов по обучению сложнее, и темп их обучения может казаться неестественно

замедленным.

Способность рыб к быстрому обучению используется для улучшения выживаемости рыб, выращенных в искусственных условиях, после их выпуска в дикую природу. Взросление в условиях неволи – плавание кругами и получение гранул корма по расписанию, при полном отсутствии встреч с опасными хищниками – это опыт, значительно отличающийся от выживания в дикой природе. При отсутствии обычных для диких сородичей навыков выживания только около 5 % из примерно 5 миллиардов выращиваемых в неволе тихоокеанских лососей, ежегодно выпускаемых в природу по всему миру ради пополнения их числа в интересах рыболовов, доживает до полностью взрослого состояния[343]. Исследование показывает, что животные, которых на протяжении многих поколений разводили и выращивали в неволе, могут утрачивать способность распознавать хищников[344] – вероятно, потому что эта способность не приносит им никакой выгоды для выживания.

Но когда биологи Флавия Мескита и Роберт Янг из Католического университета Минас-Жерайс, Бразилия, продемонстрировали очень молодым нильским тиляпиям (*Oreochromis niloticus*) чучело пираньи (обернутое прозрачным пластиком, чтобы исключить попадание запахов в воду), а затем сразу же отловили их на дне аквариума сачком, тиляпии быстро связали неприятный опыт встречи с сачком с видом хищника[345]. После первых трех повторов они быстро расплывались прочь в разные стороны. Этот «эффект рассеивания» приводит хищников в замешательство. Однако после двенадцати повторов с пираньей и сачком прежде не обученная молодь изменила свой ответ на появление хищника, поднимаясь к поверхности воды и сохраняя неподвижность. Рыбы из контрольной группы, которых не ловили сачком, вначале держались подальше от модели пираньи (типичный ответ рыб в виде избегания на новый, незнакомый объект), а затем довольно скоро стали просто игнорировать его. Когда обученные рыбы были повторно проверены через семьдесят пять дней после своей последней сессии обучения, более половины из них помнили то, чему были обучены.

Как и большинство исследований в области когнитивных способностей у рыб, эти опыты проводились на костных рыбах. А какие успехи в обучении показывают пластиножаберные рыбы (акулы и скаты)? Уже в исследованиях 1960-х годов акулы-няньки сравнялись по умственным способностям с мышами в решении задачи на выбор между черным и белым – оба вида успешно справлялись с ней в 80 % случаев через пять дней обучения[346]. Демиан Чапман совместно с сотрудниками Института

консервации океанов экспериментальным путем показал, что длиннокрылые акулы научились проверять рыбацкие лодки, когда те глушат свои моторы, потому что это сигнализирует о том, что на крючок попалась рыба и есть возможность заполучить ее раньше рыболова[347]. Данные формы поведения предполагают наличие памяти.

В ходе исследования способностей хрящевых рыб решать проблемы команда биологов из Израиля, Австрии и Соединенных Штатов предложила труднодоступную пищу речным хвостоколам (*Potamotrygon castexi*)[348] – пресноводному виду из Южной Америки[349]. В дикой природе этот скат питается мелкими животными вроде зарывающихся в песок двустворчатых моллюсков и червей, отыскивая их и засасывая ртом.

Во время сеансов обучения пять молодых хвостоколов вскоре узнали, что внутри 20-сантиметрового отрезка трубки из ПВХ находится кусочек корма, и успешно добирались до лакомства, всасывая воду, чтобы подтянуть его к себе. Одна из двух самок добилась успеха во всех испытаниях – возможно, потому что она, как оказалось, наблюдала за другими скатами перед тем, как сделать свои первые попытки. В течение двух дней все пять скатов справились с задачей. Они применяли различные стратегии. Две самки использовали волнообразные движения плавников, чтобы создавать внутри трубы течение, которое перемещало пищу в их сторону. Три самца иногда пользовались этой техникой, но чаще использовали свое дискообразное тело как присоску или комбинировали методы всасывания и волнообразных движений. (Неясно, были ли эти различия между полами лишь совпадением, или они действительно отражают различия у полов в способах добывания корма у этого вида.)

Затем экспериментаторы подняли ставки. Они прикрепили к разным концам трубки черный и белый патрубки. Внутри черного патрубка находилась сетчатая перегородка, мешающая прохождению кусочка пищи, тогда как в белом патрубке такой сетки не было. Каждый скат тестировался более восьми раз, и к концу испытаний все они успешно извлекали пищу из трубки, используя ее белый конец. Интересно, что все пять скатов изменили свои стратегии на этой стадии исследования. В целом изменение было направлено от использования волнообразных движений плавников или всасывания в сторону их комбинирования. Один самец также пускал струю воды изо рта в трубку, чтобы выбросить пищу наружу с другой стороны трубки.

Эти эксперименты показывают, что скаты-хвостоколы не только учатся, но также могут придумывать новые способы для решения проблемы. И они демонстрируют работу инструментами,

используя некое средство для манипулирования объектом – в данном случае воду, чтобы извлечь пищу[350]. Кроме того, отказ от очень привлекательной подсказки – запаха пищи у одного конца трубы – и попытка воспользоваться другой ее стороной – это необычно: значит, рыбы должны преодолеть свое естественное побуждение следовать химическим сигналам. Это подразумевает наличие гибкости, когнитивных способностей и доли решимости.

Гибкие умы

Вы можете подумать, что неудача в 20 % попыток у мышей и акул-нянек, о которых я упоминал чуть выше, все еще значительна и что животные должны правильно выполнять задание в 100 % попыток, если хотят, чтобы их считали умными. Но, как и другим животным, рыбам неинтересны экзаменационные отметки. Они не добиваются успеха путем механического соблюдения жестко установленных наборов жизненных правил. В процессе эволюции они стали гибкими и любопытными, начали практиковать подходы с новых сторон, мыслить нестандартно, выходя за рамки (или стенки трубки). Даже хорошо обученные рыбы всегда будут исследовать альтернативные возможности: это полезный путь в реальном динамичном мире. Если ты находишься под постоянной угрозой в виде штормов, землетрясений, наводнений, а также, в настоящее время, вторжения человека, стоит быть легким на подъем.

Говоря это, я даже отдаленно не предполагаю, что умственные способности равномерно распределены среди всех рыб. Неизбежно найдутся более умные и более глупые особи. Также имеются различия, связанные с естественной историей вида. Более сложные для жизни среды требуют от своих обитателей большей остроты ума. Как мы увидели у бычков, живущих в различных береговых местообитаниях, изменчивость в размерах различных областей мозга и в связанных с ними умственных способностях можно обнаружить среди близких видов. К. К. Шинайя и К. Джон Томас из Колледжа Святого Сердца Иисусова в Керале (Индия) приводят пример того, как трудности экологического характера могут влиять на интеллект[351]. В дикой природе анабасы (рыбы-ползуны) населяют как стоячие, так и проточные водоемы. Особи для исследований были отловлены в двух индийских ручьях (проточные биотопы) и сравнивались по своей способности изучать лабиринт с рыбами, собранными в двух прудах (биотопы со стоячей водой). Чтобы

пройти лабиринт, они должны были воспользоваться одной из маленьких дверей, которые были сделаны в каждой из четырех стенок их емкости[352], и добраться до награды из пищи на другой стороне. Угадайте, кто выучил маршрут быстрее? Обитатели ручья. Они выучили лабиринт примерно за четыре повтора, по сравнению с шестью повторами у обитателей прудов. Когда команда исследователей добавляла визуальные ориентиры, помещая рядом с дверцами, которые вели в следующую камеру, маленькое растение, анабасы из пруда улучшили свои успехи почти до уровня анабасов из ручья, которые в этой ситуации показывали результаты не лучше тех, что были у них до того. Очевидно, обитатели пруда сочли ориентиры полезными, тогда как обитатели ручья не обращали на них внимания.

Шинайя и Томас выдвинули изящную интерпретацию этих особенностей поведения. Ручьи – это более динамичные местообитания, чем пруды, в том числе потому, что в них постоянно присутствует течение воды, в том числе периодические наводнения. Камни, растения и другие ориентиры ненадежны для изучения маршрута путешествия, потому что они постоянно изменяются, когда находятся в потоке воды. Самая надежная из постоянных величин – сама особь. Поэтому лучшую способность к прохождению лабиринта у рыб из ручья можно отнести на счет того, что они больше зависят от внутренних, чем от визуальных ориентиров. В противоположность этому в относительно стабильной среде обитания вроде пруда ориентиры более надежны, так что выгоднее их знать. (Кстати, исследования, выявляющие различия на уровне популяций внутри одного вида, интересны и по другой причине: они иллюстрируют эволюцию в действии. Можно представить себе, что, если эти популяции не скрещиваются друг с другом на протяжении многих поколений, они могли бы в итоге накопить столько различий, чтобы оказаться, например, неспособными успешно скрещиваться друг с другом. Это позволило бы рассматривать их как отдельные виды)[353].

Пластичный ум рыбы можно научить корректировать нежелательные формы поведения, и это может быть полезным в ситуациях, возникающих при содержании в неволе. Лайза Дэвис, менеджер программы по созданию комфортных условий содержания животных в неволе на основе особенностей их поведения[354], реализующейся в парках Диснея, описала мне, как они исправляли проблему в поведении, возникшую у кобий[355]. Эти крупные стройные рыбы вырастают больше 180 сантиметров в длину и 78 килограммов веса. Отличаясь очень хорошим аппетитом, в аквариумах они склонны набирать избыточный вес.

Кобии, о которых заботилась Дэвис, также столкнулись с этой неприятностью. Во время кормления они были вне конкуренции с другими рыбами. Поэтому Дэвис и ее команда приучили их приплывать в определенную точку своего места жительства, где их кормили кусочками пищи с рук. Это позволило вывести их из конкурентного окружения, где другие рыбы кормились со «шведского стола» на расстоянии шести метров от них. Другие рыбы в аквариуме получали положенную им порцию корма, а кобии вернулись к более нормальному весу. Двойная победа. «Даже их глаза, до того момента выпученные, вернулись в свое нормальное положение», – рассказала мне Дэвис[356].

Точно так же, когда обитатели аквариума нуждаются в ветеринарной помощи, сотрудничество – это лучшая тактика. Скаты манты и груперы в аквапарке Ocean Park в Гонконге, Океанариуме Джорджии в Атланте и Центре EPCOT в Орландо научились заплывать в носилки для транспортировки благодаря обучению с использованием положительного подкрепления. Использование положительного подкрепления, чтобы научить рыб добровольно участвовать в кормлении и уходе за ними, делает жизнь рыб в неволе интереснее и полезнее и может помочь разрушить прежние стереотипы о рыбьем интеллекте[357].

Мы убедились, что рыбы – вовсе не тупицы, что они показывают признаки наличия ума и психической жизни. А как насчет некоторых более выдающихся форм интеллекта, вроде способностей к планированию и использованию орудий?

Орудия, планы и неугомонные умы

Знаний много – мудрость медлит[358].

Альфред Теннисон[359]

♈12 июля 2009 года, ныряя близ тихоокеанских островов Палау, Джакомо Бернарди стал свидетелем необычного явления и сумел снять фильм о нем. Один из видов губанов, *Choerodon anchorago,* раскопал двустворчатого моллюска, зарывшегося в песок, обдав его струей воды, схватил моллюска ртом и подтащил к большому камню, находившемуся в 28 метрах от этого места. Затем, используя несколько быстрых ударов головой и в нужный момент отпуская добычу, рыба разбила моллюска об камень. В следующие двадцать минут губан съел трех двустворок[360], используя для их вскрытия ту же самую последовательность действий.

Бернарди, профессор эволюционной биологии в Калифорнийском университете в Санта-Крузе, считается первым ученым, который снял фильм о рыбе, демонстрирующей использование орудий. В любом случае для рыбы это очень примечательное поведение. Орудийная деятельность долгое время считалась присущей лишь людям, и только в последнее десятилетие ученые начали придавать должное значение подобному поведению у животных, не являющихся млекопитающими или птицами.

Каждый раз, когда я просматриваю видео Бернарди, оно раскрывает новые замечательные подробности[361]. В самом начале я не смог заметить, что предприимчивый губан раскапывает моллюска не так, как мы могли бы этого ожидать, – выдувая струи воды изо рта. На самом деле он отворачивается от цели и резко захлопывает свои жаберные крышки, создавая волну воды так же, как книга создает воздушную волну, когда вы быстро захлопываете ее. И это больше чем использование орудий. Последовательным рядом гибких форм поведения, разделенных по времени и месту, губан показал, что умеет планировать действия. Это поведение заставляет вспомнить о том, как шимпанзе используют прутики или стебли травы, чтобы выуживать термитов из их гнезд, или о бразильских обезьянках капуцинах, которые пользуются тяжелыми камнями, чтобы разбивать крепкие орехи на плоских валунах, служащих наковальнями, или о воронах, которые бросают орехи на

перекрестках с интенсивным движением, а затем, пока горит красный свет, слетают на землю, чтобы собрать кусочки, когда автомобильные колеса сломают скорлупу.

Словно морская знаменитость, губан собирает вокруг себя подводную публику. Рыбы нескольких разновидностей подплывают, чтобы осмотреть песок, разбросанный в ходе этих действий, а другие ненадолго присоединяются к нашему герою, пока тот плывет к камню, словно репортеры, надеющиеся заполучить хорошие кадры.

На полпути к месту назначения наш губан делает остановку, чтобы попытаться воспользоваться камнем меньшего размера, лежащим в песке. Он делает пару пробных ударов, а затем вновь пускается в путь, словно решив, что этот камень не стоит его времени. Как тут не задуматься о его неудачных попытках и о том, как они отражают нашу склонность к ошибкам в жизни земной?

Это впечатляющие достижения познавательной деятельности для любого животного. То, что их совершает рыба, несомненно, опровергает пока еще распространенное предположение о том, что с интеллектом у рыб значительно хуже, чем у других животных. Но даже если бы именно этот губан оказался Стивеном Хокингом среди рыб, его поведение было бы примечательным.

Но то, что в тот день увидел Бернарди, не было чем-то исключительным. Ученые заметили похожее поведение у пятнистых губанов (*Choerodon schoenleinii*) на Большом Барьерном рифе в Австралии, у желтоголовых тамаринов (*Halichoeres garnoti*) с побережья Флориды и у талассомы Хардвика (*Thalassoma hardwicke*) в аквариумной обстановке. В случае с талассомой Хардвика рыбе в неволе давали гранулы корма, которые были слишком большими, чтобы их можно было проглотить, и слишком крепкими, чтобы разломать их на кусочки, используя только челюсти. Рыба унесла одну из гранул к камню в аквариуме и разбила ее почти так же, как губан – раковину моллюска[362]. Наблюдавший это зоолог Лукаш Пашко из Вроцлавского университета (Польша) видел 15 случаев, когда губан демонстрировал разрушение гранулы корма, и он впервые заметил это лишь спустя много недель содержания рыбы в неволе. Он описал ее поведение как «замечательно последовательное» и «почти всегда успешное».

Непримиримые скептики могли бы указать, что это не *настоящее* использование орудий, потому что рыбы не работают одним объектом, чтобы манипулировать другим, как мы работаем топором, раскалывая бревно на дрова, или как шимпанзе использует палочку, чтобы добраться до вкуснейших термитов.

Сам Пашко называет действия губана «подобными орудийной деятельности». Но он делает это не для того, чтобы принизить данную форму поведения, поскольку, как он указывает, разбивание моллюска или кормовой гранулы отдельным орудием – просто не вариант для рыбы. Для начала, она не обладает хватательными конечностями. Вдобавок вязкость и плотность воды делают сложной задачей создание достаточного импульса при помощи изолированного инструмента (попробуйте разбить скорлупу грецкого ореха под водой, бросая им в камень). А зажать орудие во рту (единственный практический выбор для рыбы) – неэффективный прием, потому что кусочки пищи уплыли бы и достались другим голодным рыбам, плавающим рядом. Так же как губан использует воду в качестве силы для перемещения песка, рыбы-брызгуны применяют ее как охотничий метательный снаряд. Эти тропические снайперы длиной 10 сантиметров, щеголяющие рядами красивых черных пятен на своих серебристых боках, населяют главным образом солоноватые воды устьев рек, мангровых зарослей и проток от Индии до Филиппин, Австралии и Полинезии. Их глаза достаточно широко расставлены, крупны и подвижны, чтобы обеспечить им бинокулярное зрение[363]. Они также обладают внушительной выступающей челюстью, которую используют, чтобы создать своего рода ружейный ствол. Прижав язык к желобку в верхней челюсти и резко сжав горло и рот, брызгуны могут выбрасывать тонкую струю воды в воздух на расстояние до трех метров. Точность попадания, достигающая у некоторых особей почти 100 % на метровом расстоянии, не оставляет шансов жуку или кузнечику, который забрался на листья над водоемом, где скрываются эти рыбы.

Поведение отличается особенной гибкостью. Брызгуны могут выбрызгивать воду единственным выстрелом или очередью, как из автомата. Среди их мишеней – насекомые, пауки, детеныши ящериц, кусочки сырого мяса, изготовленные в научных целях модели их типичной добычи и даже глаза наблюдателей, а также их горящие сигареты. Брызгуны также заряжают свое оружие в соответствии с размером добычи, используя больше воды для крупных, более тяжелых целей. Опытные брызгуны могут прицеливаться чуть ниже своей добычи на вертикальной поверхности, чтобы сбить ее прямо в воду, а не отбросить дальше на землю.

Использование воды в качестве метательного снаряда – лишь один из многих способов сбора корма у брызгунов. Большую часть времени они ищут корм под водой, как это делают другие рыбы. А если пища находится лишь в одном футе от поверхности воды,

они могут поступить более прямолинейно, выпрыгнув, чтобы схватить ее ртом.

Брызгуны живут группами и обладают фантастическим навыком обучения посредством наблюдения. Их охотничье мастерство – непредустановленная опция, поэтому новички могут делать успешные выстрелы по быстро движущимся целям лишь после долгого периода обучения. Исследователи, изучающие брызгунов в неволе в Университете Эрлангена-Нюрнберга в Германии, обнаружили, что неопытные особи не могли успешно поразить цель, даже если она двигалась со скоростью всего лишь полтора сантиметра в секунду. Но, пронаблюдав за тысячами успешных и неудачных попыток[364] поражения движущейся цели другими брызгунами, новички приобрели способность делать успешные выстрелы по быстро движущимся целям. Ученые заключили, что брызгуны способны примерять на себя точку зрения сородичей, чтобы изучить трудное умение со стороны. Биологи называют это «с учетом чьего-то подхода» (perspective taking). То, что делает брызгун, может не требовать такого же уровня познавательных способностей, как действия, продемонстрированные в неволе одним шимпанзе, который перенес раненого скворца на дерево, чтобы помочь ему вновь взлететь в воздух; однако это форма восприятия с чужой точки зрения.

Ролики высокоскоростной видеосъемки показывают, что в зависимости от скорости и местоположения летящей добычи эти рыбы используют различные стратегии стрельбы. Когда используется прием, который исследователи назвали «стрельба с упреждением», траектория резко выбрызгиваемых струй воды связана со скоростью летящего насекомого: брызгуны целятся на большее расстояние впереди цели, если та движется быстрее. Если цель летит низко (обычно менее чем в 18 сантиметрах над водой), брызгуны часто используют иную стратегию, которую исследователи назвали «развернись и стреляй». Она включает выстрелы рыбы при одновременном развороте тела, чтобы отслеживать движение цели по горизонтали, заставляя струю воды «преследовать» цель по ее пути в воздухе. Эти рыбы заставили бы гордиться собой любого защитника в американском футболе.

Брызгуны делают поправку на оптическое искажение, вызванное переходом луча света из воды в воздух, и точно определяют размер цели и ее расположение. Владение обобщаемым эмпирическим правилом вроде этого позволяет брызгуну измерять абсолютные размеры объектов с незнакомых углов и расстояний[365]. Интересно, занимаются ли брызгуны еще

и энтомологией, определяя насекомых при помощи зрения, чтобы узнать, вкусные ли они, не слишком ли они велики, чтобы их съесть, или не слишком ли малы, чтобы связываться с ними, или не жалят ли они?

Вероятнее всего, брызгуны стреляют струями воды как минимум так же долго, как люди бросаются камнями; и я подозреваю, что губаны пользовались камнями для взлома раковин моллюсков значительно раньше, чем наши предки начали ковать горячий металл на наковальнях в железном веке. Но могут ли рыбы спонтанно придумать, как воспользоваться инструментом, как это можем мы, когда неожиданные обстоятельства требуют от нас импровизации? В мае 2014 года исследование выявило пример инновационного использования орудия атлантической треской, которую содержали в неволе для исследований в области аквакультуры. Каждая рыба носила прикрепленную к спине возле спинного плавника цветную пластмассовую бирку, позволяющую исследователям проводить идентификацию[366]. В емкости, где содержались рыбы, находилась автокормушка, приводившаяся в действие при помощи веревочки с петлей на конце, и рыбы вскоре узнали, что могут извлечь из нее порцию пищи, подплыв к петле, взяв ее в рот и потянув.

Явно случайно некоторые особи трески обнаружили, что могут привести кормушку в действие, зацепив петлю своей биркой, а затем отплыв немного в сторону. Эти умные рыбы оттачивали свою технику в сотнях повторов – и она превратилась в четко отработанную серию целенаправленных скоординированных движений. Она также наглядно показала настоящее усовершенствование навыка, потому что новаторы могли схватить кормовую гранулу на долю секунды быстрее, чем если бы воспользовались для получения корма ртом. То, что от рыб ожидали взаимодействия с чуждым им устройством в целях самостоятельного добывания корма, уже само по себе достаточно впечатляет, но то, что некоторые из них изобрели новый способ использования своих бирок, показывает способность рыбы проявлять гибкость и оригинальность в поведении.

Насколько нам известно, орудийная деятельность проявляется у ограниченного количества групп рыб. Кулум Браун предполагает, что именно губановые могут стать рыбьим аналогом приматов среди млекопитающих и врановых (ворон, ворона, сорока и сойка) среди птиц по наличию большего-чем-ожидалось числа примеров орудийной деятельности. Вполне возможно, что просто жизнь под водой как таковая предоставляет меньше возможностей для использования орудий, чем жизнь на

суше. Но мы знаем, что губаны (представители семейства губановых) и брызгуны – основные примеры безграничной способности эволюции к творческому решению проблем, и может случиться так, что многие другие рыбы составят этим компанию.

Можем ли мы включить в нее еще и тигровую рыбу[367]?

Обеденный стол наоборот

Многие тысячи лет птицы ныряют в воду, чтобы ловить рыбу. Пеликаны, скопы, олуши, крачки и зимородки – одни из самых впечатляющих примеров этой армии пернатых врагов рыб. Олуши, которые вырастают почти до метра в длину и могут весить 3,6 килограмма, бросаются вниз с высоты от полутора до трех километров и могут мчаться со скоростью 96 км/ч, когда складывают крылья прямо перед входом в воду, и торпедой уходят на глубину до 18 метров, чтобы схватить своим остроконечным клювом ничего не подозревающую рыбу.

Но иногда едок и еда меняются местами за столом.

В январе 2014 года на водохранилище Шрода-Дам (Скрода-Дам) в провинции Лимпопо, Южная Африка, ученые сняли на пленку одно явление, о наблюдениях которого ранее сообщали местные жители[368]. Когда трио деревенских ласточек летело над самой водой, тигровая рыба подпрыгнула и схватила одну из птиц в полете.

Тигровые рыбы – серебристые хищные рыбы африканских пресных вод. Существует несколько видов этих рыб, самый крупный из которых может достигать веса 27,2 килограмма. Они получили свое название за горизонтальные полоски на боках и за ряды больших острых зубов, сидящих у них во рту. Их ценят рыбаки как объект спортивного рыболовства.

Поимка ласточки не была единичным случаем. Команда исследователей, опубликовавшая эту информацию, сообщила о примерно двадцати отдельных случаях поимки ласточек за день, что составляет целых 300 деревенских ласточек, встретивших свою смерть в ходе пятнадцатидневного исследования.

Задумайтесь об этом на мгновение. Ласточки знамениты своими скоростью и проворством, потому что они преследуют насекомых на лету. Эти птицы, вероятно, двигались со скоростью минимум 32 км/ч, когда внезапно превратились в рыбий корм. Мне очень сложно представить себе совершенно лишенную соображения рыбу, добившуюся хоть какого-то успеха в ловле ласточек в полете[369]. Думаю, если бы рыба не планировала

нападение, даже миллион случайных прыжков и щелчков зубами в воздухе в надежде на успех не принес бы ей и перышка. Даже если тигровая рыба и ждала приближающуюся птицу у самой поверхности воды, а затем выпрыгнула из глубины прямо вверх, как делают большие белые акулы, чтобы ловить тюленей, ныряющих у поверхности воды, то я бы предположил, что эта рыба схватит зубами только воздух, потому что ласточка уже давно улетит. Но нечеткая киносъемка успешного прыжка не показывала вертикального прыжка рыбы. Вместо этого птица была атакована из засады с тыла. На видеозаписи рыбы, хватающей ласточку, рыба выпрыгивает на большой скорости прямо за птицей и настигает ее в воздухе, а потом шлепается обратно в воду.

Эти четверо экологов описывают два четко выраженных метода нападения, которые используют тигровые рыбы. Первый включает скольжение под поверхностью прямо за ласточкой, а затем прыжок, чтобы ее поймать. Второй – это прямое нападение по восходящей линии, начинающееся с глубины не менее 45 сантиметров от поверхности воды.

Преимущество первого подхода состоит в том, что рыбе не нужно делать никакой поправки на смещение изображения из-за преломления света на поверхности воды, при котором из-под воды ласточка представляется позади той точки, где находится на самом деле. Одно неудобство этого метода состоит в том, что он может поставить под угрозу элемент неожиданности. Очевидно, что, по крайней мере, некоторые из этих рыб научились делать поправку на угол преломления поверхности воды, иначе они не добились бы никакого успеха, используя второй метод.

Это поведение поднимает множество вопросов. Как долго тигровые рыбы занимаются этим? Как возник этот прием? Как он распространялся по популяции тигровых рыб? И почему ласточки не исполняют маневра уклонения, чтобы избежать поимки, – например, не взлетают выше над водой?

Я решил расспросить ведущего автора исследований хищничества тигровых рыб в отношении птиц, Гордона О'Брайена, специалиста по экологии пресных вод из Школы наук о жизни Университета Квазулу-Натал в Питермарицбурге, Южная Африка: «Популяция тигровых рыб в Шрода-Дам сложилась совсем недавно из выходцев с низовий реки Лимпопо – примерно в конце 1990-х годов. Так что популяция там очень "молодая", – ответил О'Брайен. – Хотя тигровые рыбы хорошо живут на большей части своего ареала, в Южной Африке, их численность снижается из-за интенсивного воздействия со стороны человека. В результате тигровые рыбы были включены в список охраняемых

видов ЮАР, и продолжается их расселение в рукотворные местообитания».

Я спросил О'Брайена о том, как тигровые рыбы приобрели способность охотиться на птиц. Он объяснил, что водохранилище очень мало для этих рыб, и, по его мнению, популяция вынуждена была приспосабливаться или погибнуть. Они с коллегами видели много более крупных особей в очень плохих условиях жизни примерно в то время, когда данное поведение было впервые зарегистрировано, – в 2009 году.

О'Брайен также мало что смог сказать о том, каким образом умение охотиться на птиц распространялось по популяции тигровых рыб: «Похоже, что это приобретенная форма поведения. Менее крупные особи не так успешно охотятся и предпочитают «гонку у поверхности» устройству засад и нападению из более глубоких слоев воды, когда особь должна делать поправку на преломление света. ‹…› Мы знаем, что тигровые рыбы владеют разнообразными способами добывания пищи и их привлекает повышенная активность других особей – они впадают в своего рода пищевое неистовство. Когда во время своих миграций ласточки возвращаются, зрелище оказывается весьма захватывающим, и я думаю, что именно в этот период более молодые [тигровые рыбы] усваивают это поведение».

Специализированное питание птицами не уникально для тигровых рыб. Есть редкие свидетельства того, что большеротые окуни, щуки и другие хищные рыбы прыгали, чтобы схватить мелких птиц, сидевших на стеблях тростника около поверхности воды. Недавно удалось заснять, как крупные сомы ловят голубей, которые прилетают попить воды на мелководья реки Тарн в Южной Франции; они используют такую же технику засады, как косатки, охотящиеся на морских львов, – устремляясь вперед и временно выпрыгивая на берег в попытках схватить добычу ртом.

Вряд ли эти рыбы демонстрируют свою удаль. В действительности же они могут охотиться на птиц, оказавшись в отчаянном положении. Шрода-Дам – это искусственный водоем, созданный в 1993 году, и тигровые рыбы были туда завезены для восстановления численности, которая снизилась в других местах Южной Африки. Более раннее исследование показало, что тигровые рыбы из Шрода-Дам проводят в поисках корма значительно (более чем втрое) больше времени по сравнению с другими местными тигровыми рыбами – возможно, из-за нехватки пищи в озере[370]. Подобное поведение может даже подвергнуть самих тигровых рыб опасности стать жертвами африканских орланов-крикунов, которые обычны в этих местах.

Охотящиеся на голубей сомы из реки Тарн, возможно, оказались их товарищами по несчастью. Завезенные в реку в 1983 году[371], они выжили, но голуби обычно не входят в список гастрономических пристрастий сомов, и рыбы могут преследовать птиц из-за подтвержденной для тех мест нехватки их обычной добычи: мелкой рыбы и раков. Если необходимость – действительно мать изобретения, то это также относится и к рыбам.

Авторы открытия в Шрода-Дам цитируют заметки о других местах Южной Африки, опубликованные в 1945 и 1960 годах биологами, которые подозревали, что тигровые рыбы ловили птиц в полете. Возможно, одна предприимчивая тигровая рыба сделала удачный прыжок за ничего не подозревающей ласточкой, а затем отточила свой навык через практику. Эта форма поведения могла распространиться в популяции через научение посредством наблюдения, что у рыб получается очень хорошо, как это демонстрируют брызгуны. Итак, каким бы ни был путь возникновения этой формы поведения, совершенно очевидно, что рыбы обладают способностью обучаться на практике благодаря многочисленным попыткам и повторам, а также через подражание другим особям.

В отношении того, почему ласточки не научились избегать тигровых рыб, летая выше над водой, существует несколько возможных объяснений: (1) ласточки просто не знают, что их поймают рыбы; (2) птицам энергетически выгодно летать над самой поверхностью; (3) там больше всего насекомых. Кажется сомнительным, что птицы не обнаружили опасность, потому что было бы сложно не заметить весьма крупную рыбу, выскакивающую из воды, чтобы схватить другую птицу, летящую рядом. Возможно, попасться рыбе – слишком редкое событие, а выгоды от поиска корма близ поверхности воды слишком велики, чтобы ласточки отказались от полетов над самой водой.

Рыбы в сравнении с приматами

Если рыбы умеют изобретать нечто новое и учиться выполнять сложные и опасные маневры, чтобы ловить пищу, то смогут ли они путем умозаключений найти решение пространственно-временной задачи, придуманной людьми? Представьте себе, что вы хотите есть, и я предлагаю вам два совершенно одинаковых куска пиццы. Также я говорю вам: тот, который слева, будет убран через две минуты, но другой не заберут. Какой из кусков вы съедите первым? Если предположить,

что вы достаточно голодны, чтобы съесть оба, начнете вы почти наверняка с левого.

Теперь представьте себе, что вы рыба – в данном случае губан-чистильщик – и вам предлагают похожую ситуацию: две тарелки с одинаковой пищей, которые различаются лишь по цвету. Если вы начинаете есть с голубой тарелки, то красную убирают; если же вы выбираете красную первой, голубая тарелка остается там, где стоит, и вы можете получить обе. Поскольку мы просто не можем сказать рыбе, что красная тарелка будет убрана первой, она должна изучить это опытным путем. В другом месте провели подобные эксперименты с тремя видами сообразительных приматов: восемью обезьянами-капуцинами, четырьмя орангутанами и четырьмя шимпанзе.

Как вы думаете, кто лучше справился с задачей?[372] Если вы предположили, что это была одна из обезьян, то пиццы вы не получите. Рыбы решили проблему лучше, чем любой из приматов. Из шести протестированных взрослых губанов-чистильщиков все шестеро научились есть сначала с красной тарелки. Им требуется в среднем сорок пять попыток, чтобы понять это. В противоположность им, лишь два шимпанзе решили проблему меньше чем за сто попыток (за шестьдесят и семьдесят). Остальные шимпанзе, все орангутаны и все капуцины провалили экзамен. Затем тест пересмотрели, чтобы помочь приматам учиться; все капуцины и трое орангутанов прошли его, уложившись в сто попыток. Другие двое шимпанзе так и не справились с ним.

Затем исследователи – десятеро ученых из Германии, Швейцарии и Соединенных Штатов Америки – подвергли успешно проэкзаменованных особей обратному испытанию, в котором тарелкам внезапно назначили противоположные роли. Никто не оценил этой хитрости, и лишь взрослые губаны-чистильщики и обезьяны-капуцины переключили свои предпочтения в пределах первой сотни попыток.

Также испытанию подверглись несколько молодых губанов-чистильщиков, и они справлялись с заданием заметно хуже, чем взрослые рыбы. Это может указывать на то, что данный вид мыслительных навыков возникает в процессе обучения. Один из авторов исследования, Редуан Бшари, даже опробовал тест на своей четырехлетней дочери[373]. Он устроил похожее испытание с «кормлением», раскладывая драже M&M's на отличающиеся друг от друга постоянную и временную тарелки. После ста попыток она не научилась есть сначала с временной тарелки. Авторы сделали ключевой вывод: «Сложные решения, связанные с поиском корма, которые демонстрируют губаны-чистильщики…

с трудом принимаются другими видами с более крупным и сложно организованным мозгом»[374]. Но эти навыки, так сказать, не упали с неба. Практичный выбор губанов в отношении того, с какой тарелки начинать есть, напоминает решения, которые эти же рыбы-чистильщики должны принимать в дикой природе в ходе взаимодействий с рифовыми рыбами-клиентами. Логика эксперимента была преднамеренно разработана как имитация этой ситуации. Тогда размер мозга можно не учитывать: если это является критическим условием для выживания вида, то вид, вероятнее всего, разберется с проблемой.

Поскольку рыбы-чистильщики живут тем, что собирают лакомые кусочки с тел других рыб, у которых есть и собственные планы на день, они должны обращать больше внимания на возможность того, что источник корма может в любой момент уплыть. Бананы так не поступят, а вот проплывающие мимо рыбы-клиенты – с легкостью. И чистильщики приобретают значительную практику. Даже в обычный трудовой день губаны обслуживают сотни клиентов. А когда дела идут в гору, они могут осуществлять более 2000 взаимодействий в день с самыми разнообразными клиентами: одни из них – «постоянные посетители», жители рифа, а другие (возможно, иных видов) – «гости», которые просто проплывали мимо. Рыбы-чистильщики способны различать эти две категории посетителей и начинают с обслуживания временных клиентов, которые уплывут и наведаются к другому чистильщику на другой станции очистки, если их не осмотреть немедленно. Постоянные посетители останутся здесь и позже. Красная тарелка, голубая тарелка…

Если вы похожи на меня, вас очень разочарует то, как приматы справляются с задачей, которая кажется нам достаточно простой проверкой ума. «Неожиданное отсутствие успеха у человекообразных обезьян, похоже, является следствием разочарования, вызванного задачей», – пишут авторы. Конечно же это происходит не из-за того, что обезьяны глупы. Крупные человекообразные обезьяны известны своей способностью решать задачи, и в некоторых случаях они добиваются даже большего успеха, чем люди. Например, шимпанзе значительно опережают людей в решении задачи на пространственную память с числами, беспорядочно разбросанными на экране компьютера[375]. Они также достаточно изобретательно используют закон Архимеда, связанный с плавучестью объекта, когда им предлагается арахис, лежащий на дне узкой прозрачной трубки[376]. Оказавшись не в состоянии вытряхнуть арахис или залезть рукой в трубку, они будут набирать воду из близлежащего источника, носить ее во рту и впрыскивать в трубку до тех пор, пока арахис не всплывет

и не окажется в пределах досягаемости. Некоторые изобретательные шимпанзе будут даже мочиться в трубку. Орангутаны составляют в уме карты расположения сотен плодоносящих деревьев в своих лесах, а также графики времени их плодоношения[377]. Они также знамениты своим мастерством выбираться из заточения, демонстрируя способность открывать замки, и они даже обманывали ухаживающих за ними людей, пряча свои ключи.

Но все это – навыки совсем иного типа. Вероятно, они не помогали приматам и потому, что те родились в неволе, где пищу обычно приносили несколько раз в день и не забирали. В противоположность им губаны были пойманы в дикой природе и должны были заботиться о собственном пропитании всю свою жизнь.

Когда рыбы выигрывают у приматов в решении задач, требующих применения ума, это в очередной раз напоминает о том, что размер мозга, размер тела, наличие шерсти или чешуи, а также эволюционная близость к людям – это шаткие критерии для измерения умственных способностей. Они также иллюстрируют множественность проявлений и контекстуальность интеллекта, тот факт, что это не одно общее свойство, а скорее набор способностей, которые могут проявляться в разных направлениях. Одна из причин того, что концепция множественного интеллекта[378] так притягательна, – то, что она помогает объяснить, как один человек может быть превосходным художником или результативным атлетом, однако будет достаточно плохо справляться, скажем, с математическими или логическими задачами. Это заставляет переоценить ту важность, которой мы традиционно наделяем «умственные способности» как явление, ограниченное набором способностей человека, слишком узким даже для нашего собственного вида.

На данном этапе многое из того, что мы исследовали, относилось к рыбам, действующим по отдельности. Но лишь немногие из рыб живут поодиночке; большинство из них – общественные существа, и их общества раскрывают новые аспекты их жизни.

Часть V
Кого знает рыба

Дружба – это не то, что вы знаете кого-то дольше всех… а то, что кто-то пришел к тебе и уже тебя не бросит.

Неизвестный автор

Их много – в воде невесомых

Мы, кто выглядит и говорит иначе, чем остальные, должны держаться друг друга.

К. Дж. Сэнсом. Седьмая чаша[379]

Окиньте[380] беглым взглядом рыб, плавающих по коралловому рифу, и вы можете подумать, что они – всего лишь беспорядочный набор живых существ. Но посмотрите внимательнее, и вы заметите упорядоченность в том, с кем они хотят плавать вместе. Во время своих путешествий по всему миру в качестве этолога я имел возможность наблюдать рыб в самой разнообразной обстановке – и в неволе, и в дикой природе. От Флориды до Вашингтона, округ Колумбия, и до Мексики я наблюдал различные формы объединения и передвижения рыб. Ныряя в заливе Бискейн и у берегов Ки-Ларго в Южной Флориде, я встречал многие десятки видов рыб. Некоторые, вроде скатов-хвостоколов, которые уплывали от меня на мелководьях пляжа, и барракуды, неподвижно дрейфовавшей над рифом, были одиноки. Большинство, однако, плавало вместе с другими особями своего вида. Рыбы семейства саргановых (*Strongylura marina*) обосновались вблизи берега небольшими группами у самой поверхности воды. Рыбы семейства помадазиевых (*Haemulon flavolineatum*), желтополосые ронки, дрейфовали тесными группами, колышущимися в волнах течения. Группа из восемнадцати полуночных скаров[381] беспорядочно плавала над дном, издавая отчетливо слышимый хруст, когда они грызли кораллы. Желтохвостые луцианы[382] были менее стайными, но я ни разу не видел их поодиночке. Хотя смешанные стаи были обычным делом, рыбы четко распознают представителей собственного вида и в целом тяготеют к их обществу.

Этот эффект слабо выражен в искусственных условиях аквариума, где собрано меньше представителей каждого вида. Посещая Национальный музей естественной истории Смитсоновского института в Вашингтоне, округ Колумбия, я задерживался перед экспозицией живого кораллового рифа. В аквариуме содержалось примерно двадцать видов рыб и некоторое количество беспозвоночных: креветки, морские ежи, морские звезды и актинии. Пара желтых зебрасом[383] – рыбы, целиком окрашенные в лимонно-желтый цвет, напоминающие

формой тела диск с вытянутым вперед ртом, представители вида, к которому принадлежит Бульк из мультфильма «В поисках Немо», – редко отплывала друг от друга больше чем на 5 сантиметров. Пара помацентров плавала кругами, раз за разом поднимаясь к поверхности, чтобы глотнуть воздуха, а затем мгновенно бросалась обратно. Вторая пара, относящаяся к тому же семейству, спокойно плавала неподалеку, держась лишь в нескольких сантиметрах друг от друга, и каждая из рыб повторяла, словно в зеркале, движения другой особи. Также там жили две группы амфиприонов[384] – пара, шнырявшая среди щупальцев актинии близ дна аквариума, и трио, плавающее у поверхности. Я наблюдал организованное сообщество автономных существ с социальной жизнью. Даже при том, что рыбы в неволе не могут сами решать, с кем им быть вместе, я восхищаюсь тем, что они всё равно способны строить гармоничные отношения.

Аквариумы иллюстрируют то, что демонстрирует наука: у рыб есть социальная жизнь. Они плавают вместе, узнают других особей по внешнему виду, запаху, голосу и при помощи иных ощущений, выбирают брачных партнеров не случайно. А еще они сотрудничают.

Фундаментальная социальная единица для рыб – стая или косяк[385]. Стая – это группа рыб, которые собрались вместе интерактивным, социальным путем. Объединяющиеся в стаю рыбы знают о присутствии друг друга и стремятся оставаться в группе, но плавают независимо друг от друга, и отдельные особи рыб могут двигаться в различных направлениях в любой момент времени. Косяк рыб – более организованная форма образования скопления, где рыбы плавают в более упорядоченной манере; все они движутся с одинаковой скоростью и в одном направлении, и каждую из них отделяет от соседней достаточно постоянная дистанция. Стая рыб, вероятно, будет кормиться, как синие рыбы-попугаи, о которых я упомянул ранее, тогда как косяк, вероятнее всего, будет в движении. Миллион сардин, мигрирующих вдоль Адриатического побережья, – это косяк. Косяки имеют тенденцию быть крупнее и существовать дольше, чем стаи.

Когда мы с подругой ныряли близ западного побережья Пуэрто-Рико в апреле 2015 года, нам довелось близко встретиться с большим косяком рыбы (вероятно, светлоперые харенгулы)[386]. Любуясь прекрасными красками рифа в нескольких метрах под собой, мы внезапно оказались в облаке мелких серебристо-серых рыб, мигрирующих на север вдоль берега. Каждая из рыбок размером и формой напоминала металлическую пилку для

ногтей, и каждая из них плыла на расстоянии около 8 сантиметров от других. Крупные глаза придавали им несколько обеспокоенный вид, а упорство в движении (рыб толкали вперед постоянные быстрые взмахи хвостов) создавало впечатление серьезности поставленной цели. Видимость под водой была хуже, чем обычно, из-за ветреной погоды, а численность и плотность этого косяка были такими, что за ними не было видно ничего другого. Рыбы обволакивали нас. Я развернулся – и в течение нескольких секунд плыл с ними, испытывая жуткое ощущение нахождения в движении, но неподвижности относительно своего окружения. Они выглядели совершенно не встревоженными присутствием в своих рядах двух разлапистых неуклюжих обезьян. Я заметил серебристые отблески со стороны моря: с фланга нападали крупные рыбы из глубин. Прошла минута, и маленькие мигранты исчезли так же внезапно, как и появились, продолжая свое путешествие на север.

Почему же рыбы образуют большие косяки вроде этого? Выгоды от образования скоплений включают легкость движения[387], обнаружения хищника, обмена информацией, а также безопасность благодаря численности. Множество рыб, движущихся в одном и том же направлении, создает течение, поэтому члены косяка экономят энергию так же, как пелотон[388] велосипедистов снижает сопротивление ветра. Есть некоторые свидетельства в пользу того, что след слизи с тел движущихся рыб снижает сопротивление воды[389]; исследования стайных атлантических пагуаров[390] показывает, что этот эффект может увеличить энергетическую эффективность плавания на 60 %. Дальнейшее исследование пойманных в дикой природе атлантических атерин (*Menidia menidia*) в условиях неволи оставило некоторое сомнение в гипотезе снижения сопротивления воды[391]. Когда исследователи добавляли в поток воды в аквариуме синтетическое вещество, снижающее сопротивление, в количествах, намного превышающих количество слизи, которая была бы оставлена косяком из 10 000 атерин в естественных условиях, не обнаружилось никакого относительного снижения количества движений хвостом у рыб, плавающих в аквариуме. Особи в большом косяке мигрирующих рыб, несомненно, незнакомы друг с другом. Но в стаях имеются знакомые друг с другом рыбы, и исследование показывает, что стаи из знакомых особей отличаются более рациональным поведением, чем стаи из незнакомцев. Стаи знакомых друг с другом толстоголовов демонстрируют более тесное единство, ведут себя более энергично и меньше стоят на месте[392]. Стая из знакомых друг с другом рыб чаще следит за хищником – при этом

один или два члена стаи подплывают к находящейся неподалеку хищной рыбе достаточно близко, чтобы тем самым показать хищнику: он обнаружен и вряд ли совершит успешное нападение, используя эффект неожиданности.

Даже когда вы окружены сородичами, некоторые местоположения в косяке или стае бывают лучше прочих. В экспериментах в Кембриджском университете ихтиолог Йенс Краузе не заметил у голавлей[393] никакой склонности собираться в стайку из двадцати особей, когда опасности не было. Но когда Краузе добавил в воду вещество тревоги рыб (*schreckstoff*), голавли внезапно продемонстрировали явное предпочтение нахождению рядом с другими особями такого же размера, как они сами[394]. Более крупные голавли плавали близ середины стаи, а рыбы меньшего размера были выдавлены на менее защищенную периферию, куда с большей вероятностью нанесли бы удар хищники. Краузе не сумел обнаружить никаких признаков агрессии, но рыбы каким-то образом знали свое место.

Положение в стае – не единственная тактика защиты от хищника, используемая группами рыб[395]. Простое пребывание в группе, скорее всего, снизит риск хищничества из-за эффекта замешательства. Например, окуни, щуки и атерины показывают меньше успехов в выборе рыбы-жертвы из больших косяков. Неясно, как срабатывает это замешательство, но один биолог уподобляет озадаченного хищника ребенку в кондитерском магазине, который настолько поражен всем выбором, что не может решить, какую конфету взять.

Визуальная однородность одновидовой стаи усиливает эффект замешательства. В стае гольянов особи, помеченные тушью, подвергаются более высокому риску нападения щуки. Неудивительно, что черные или белые моллиенезии, которым предлагается на выбор присоединиться к стае черных или белых рыб, выбирают соседей по стае, которые совпадают с ними по цвету[396]. Избегание заметности может быть дополнительной причиной (в дополнение к избеганию паразитов), по которой рыбы предпочитают объединяться в стаи с чистыми от паразитов рыбами, а не присоединяться к стаям, зараженным многочисленными паразитами (заметными как темные пятна на их телах)[397].

Помимо выгоды от большой численности, есть и более активные способы, при помощи которых коллективные действия большого количества рыб снижают уязвимость любого члена группы перед нападением врага. Спасающиеся бегством косяки рыб применяют фонтанный эффект, разделяясь на две группы, которые быстро обходят хищную рыбу с обоих боков и вновь

объединяются позади нее[398]. Если хищник разворачивается, маневр повторяется. Фонтанный эффект основан на том, что при большей скорости хищной рыбы добыча оказывается более проворной и способна успешнее избегать хищника, устремляющегося к ней издалека. Такой тип поведения требует умения быстро подстраиваться под действия других особей – явление того же рода, что можно наблюдать в многочисленных скоплениях птиц, способных моментально менять направление движения (хотя даже в этом случае среди них возникают небольшие задержки).

Впечатляющая разновидность фонтанного эффекта – бросок врассыпную, при котором все рыбы стаи устремляются прочь от центра, когда нападает хищник. «Брызги» рыбьей стаи могут покрывать от десяти до двадцати длин своего тела всего лишь за одну пятидесятую долю секунды. Несмотря на скорость во время этого движения, рыбы, подвергшиеся нападению хищника, никогда не сталкиваются друг с другом[399], из чего делается предположение о том, что они должны каким-то образом знать, в каком направлении они и другие особи планируют двигаться, еще до того, как бросятся наутек.

Исследования поперечно-полосатых фундулусов[400] показывают, что эти рыбы образуют группы различного размера в зависимости от внешних обстоятельств. Теории, выдвинутые специалистами в области экологии поведения, предсказывают, что большие косяки – это лучшая защита от хищников, тогда как стаи меньшей численности, как правило, лучше подходят для поиска пищи из-за более низкой конкуренции. Это, возможно, объясняет, почему фундулусы, которые одновременно получают и пищу, и сигналы тревоги, образуют группы большей численности, чем когда речь идет только о пище, но меньшей, чем при получении исключительно сигналов тревоги[401][402].

Кто есть кто среди рыб

На наш поверхностный взгляд, отдельно взятые рыбы в одновидовой стае могут выглядеть настолько похоже друг на друга, что вполне справедливо будет задать себе вопрос о том, могут ли они вообще отличать друг друга. Они не просто умеют это делать: даже Редуан Бшари, лидер в исследованиях поведения рыб из Университета Невшателя (Швейцария), не знает ни одного исследования общества рыб, где исследователи *не смогли* обнаружить индивидуального распознавания[403]. При идентификации других особей и определении отличий своего

собственного вида от другого хорошо развитые чувства рыб могут работать по отдельности или в комбинации друг с другом. Например, в неволе обыкновенных гольянов можно обучить опознавать другой вид рыбы исключительно по запаху[404], хотя в дикой природе они, вероятно, полагаются и на дополнительные признаки. Насколько нам известно, рыбы также могут узнавать отдельных особей, принадлежащих к иному виду, чем их собственный, – таких, как участники отношений рыбы-чистильщика и ее клиента.

Кулум Браун изучал узнавание отдельных особей у рыб. Ему было интересно узнать, имело ли значение для рыбы, в какую компанию ее помещали. Оказалось, что имело. В течение примерно десяти-двенадцати дней гуппи знакомились с сородичами в своем окружении, и они могли научиться узнавать не менее пятнадцати особей. Какую пользу это могло бы принести? Одна из причин состоит в том, что, подобно волкам, курам и шимпанзе, гуппи выстраивают социальные иерархии, и знание своего положения в обществе приносит пользу. Умная гуппи может знать, когда можно воспользоваться преимуществом своего более высокого положения по отношению к соседям по стае с более низким рангом, а когда следует избегать наказания за неповиновение особям более высокого ранга[405].

Кроме того, гуппи способны пользоваться этим знанием с позиции третьего лица[406]: они с большей вероятностью будут вести себя агрессивно по отношению к проигравшему в драке между двумя другими гуппи, свидетелями которой они были. В то же время дерущиеся самцы знают, кто наблюдает за ними, как минимум – какого пола их аудитория. Если аудитория женская, гуппи обуздывают свою агрессию – возможно, потому что самки не любят спариваться с агрессивными самцами. Но если свидетель – третий самец, они не прилагают никаких усилий для самоограничения. Иерархии, основанные на господстве, требуют индивидуального распознавания, а эти эффекты аудитории указывают на понимание относительных рангов. Например, восточноафриканская пресноводная цихлида *Astatotilapia burtoni* продемонстрировала в ходе экспериментов понимание того, что если рыба А выше по рангу, чем рыба В, а рыба В выше по рангу, чем рыба С, то, следовательно, рыба А должна быть выше по рангу, чем рыба С[407].

Есть и иные пути использования знаний о том, кто есть кто среди рыб. Эксперименты с обыкновенными гольянами показывают, что они распознают товарищей по стае, которые меньше конкурируют с ними за пищу, и предпочитают держаться вместе с ними. Отдельные рыбы, взятые из совместно

кормившихся групп[408], предпочитали проводить время на стороне аквариума с соседями, собирающими корм менее успешно, чем на стороне с более успешными сборщиками. Синежаберные солнечники[409] и, вероятно, многие другие рыбы делят своих соседей по тому же самому принципу[410]. Очевидно, что рыбы узнают других рыб. Но сможет ли рыба узнать человека? Как свидетельствуют многочисленные аквариумисты, рыбы способны на это и запоминают людей, которые ухаживают за ними. Одним таким примером поделилась со мной Розамунда Кук, эколог из Программы биологического мониторинга в Риверсайде, Калифорния:

> Выполняя исследования в постдокторантуре[411] в Государственном университете Колорадо с 1996 по 1999 год, я работала в Департаменте рыболовства и биологии живой природы. В коридоре возле моего офиса студенты поставили пресноводный аквариум, и в нем содержался молодой малоротый окунь. Когда студенты разъехались на лето, не осталось никого, чтобы кормить рыбу, и я вызвалась помочь. По прошествии нескольких недель я заметила, что всякий раз, когда я приближалась, окунь нетерпеливо плавал вдоль стекла и у поверхности. Я подумала, что он, возможно, узнавал меня. Я рассказала об этом одному из профессоров кафедры рыбного хозяйства, который уверил меня, что рыбы не узнают отдельных людей.
>
> Когда настала осень и приехали студенты, я продолжила наблюдать за поведением окуня. Иногда я наблюдала за ним скрытно, из дальнего конца коридора, и ни разу не замечала, чтобы он реагировал на присутствие других людей. Но всякий раз, когда я подходила к аквариуму, он выплывал, чтобы приветствовать меня, даже когда я находилась на расстоянии десяти футов[412] и была окружена другими людьми. Я не могу объяснить поведение этой рыбы ничем, кроме того, что он узнавал меня и мог выделить меня в толпе.

Кук рассказала мне, что позже она выпустила окуня в большой пруд на территории, принадлежащей университету. Там была запрещена ловля рыбы.

В апреле 2014 года я разговорился с бывшим сотрудником Службы охраны рыбных ресурсов и диких животных США, который ловил сетью карповых рыбок в болотах реки Потомак и сажал их в ковшик с водой. Рыбки предназначались для

домашнего аквариума, где мой собеседник долгие годы держал большеротого окуня. «Иногда я даю ему кормовых золотых рыбок из PetSmart, – сказал он, – но так гораздо дешевле».

Памятуя о том, что я узнал от Розамунды Кук и множества других людей, наблюдающих за рыбами, я спросил его: считает ли он, что окунь узнает именно его?

«Абсолютно точно. Я – тот, кто его кормит, и, если в комнате моя жена или дочь, он даже не шелохнется. Но если вхожу я, он плывет в ближайший угол своего аквариума и машет своим хвостом, словно щенок»[413].

Поддерживает ли наука предполагаемую способность рыб узнавать человека? Да, согласно исследованиям брызгунов (вышеупомянутых умных стрелков водяной струей). Когда им показывали два человеческих лица[414], рыбы быстро учились выбирать то, которое сопровождалось пищевым вознаграждением[415].

Пограничный патруль

Способность распознавать других индивидуумов полезна для контроля и защиты места, где находятся твои собственные стол и дом. Территориальность широко распространена среди рыб[416], которые, чтобы сказать нарушителям границ «Пошли вон!», используют множество методов: растопыривание плавников и жаберных крышек, чтобы выглядеть крупнее, плавание на месте с преувеличенно интенсивными движениями, издаваемые ртом резкие звуки, изменение окраски, выпады и – обычно как крайняя мера – укусы.

Одна из лучших лекций, которую я когда-либо посещал, была прочитана много лет назад на встрече Общества по изучению поведения животных. Тема была похожа на одну из «Просто сказок» Редьярда Киплинга. Исследование капюшонных древесниц[417], проведенное Рени Годар, изменило мои представления об уме крохотной птицы. При весе менее чем 14 граммов капюшонные древесницы обладают превосходными навигационными навыками. Те из них, кто выживает во время ежегодной миграции между востоком Соединенных Штатов Америки и Центральной Америкой, возвращаются на тот же самый небольшой участок леса, который они занимали в прошлом году. Там маленькие разноцветные эльфы вновь заявляют права на свои места жительства при помощи песен и активного патрулирования границ. Что особенно примечательно, Годар открыла, что самцы капюшонных

древесниц из года в год узнают своих знакомых соседей[418]. Проигрывая индивидуальные песни этих соседей, она обнаружила, что птицы, живущие на определенной территории, терпели голоса самцов-соседей ровно до тех пор, пока они доносились с известных местоположений на территориях определенных самцов. Однако если она перемещала громкоговоритель и передавала те же самые крики с другой стороны занимаемой птицей территории, ее хозяин приходил в возбуждение. Представьте, что ваш сосед за стенкой неожиданно окликнул бы вас из дома на противоположной стороне улицы.

Способность узнавать песню конкретной особи после восьмимесячного перерыва, да еще и ассоциируя ее с определенным местоположением, – весьма примечательная способность для такого крохотного существа. И вы могли бы задаваться вопросом о том, какое отношение она имеет к рыбам. Встречайте: *Stegastes planifrons.*

Помацентровые объединяют около 400 видов мелких разноцветных рыб, обитающих в тропических водах Атлантики и Индо-Пацифики. Они включают амфиприонов (рыб-клоунов), ставших знаменитыми благодаря мультфильму «В поисках Немо». Помацентровые, по контрасту с их названием[419], известны бесстрашием при защите своего обиталища на рифе. Много раз, ныряя на рифах в Пуэрто-Рико, я видел, как желтохвостые хризиптеры (*Chrysiptera parasema*) выскакивают из своих ниш, чтобы отогнать рыб большего размера, которые подплыли к ним слишком близко.

Итак, может ли *Stegastes planifrons* узнавать своего соседа, как это могут делать капюшонные древесницы Рени Годар? За несколько лет до того, как Годар изучала древесниц, Рональд Трешер проводил исследование рыб, посвященное этому вопросу. В то время Трешер был студентом докторантуры по океанологии в Университете Майами и хотел поработать со стегастесами, живущими на рифах у побережья Панамы. Трешер придумал простой и эффективный метод сравнения реакции территориальной особи стегастеса на имитацию вторжений других стегастесов[420]. Вначале он идентифицировал хозяев территории, затем поймал стегастеса-«соседа», у владений которого была общая граница с хозяином территории, и стегастеса-«чужака», чей «дом родной» находился как минимум на расстоянии 15 метров. Далее он поместил «соседа» в одну прозрачную бутыль объемом 28 литров, а «чужака» – в другую. Наконец, держа по бутыли в каждой руке и начав движение с территории соседней рыбы, он начал медленно передвигать две

бутыли к территории, занятой рыбой-хозяином.

Трешер проводил как минимум пятнадцать серий демонстраций для различных самцов стегастесов, отмечая, в какой точке хозяин территории начинал нападать и нападал ли он на двух невольных пришельцев по-разному. Он также демонстрировал стегастесам – хозяевам территорий пары из двух иных видов: близкородственного *Stegastes adustus*[421] из того же самого рода, и менее родственного вида – синего хирурга (*Acanthurus coeruleus*).

Ответ на демонстрацию у рассаженных по бутылям незнакомцев и соседей разительно различался. Хозяева территории энергично нападали на чужаков, тараня бутыль и пытаясь укусить их через преграду. Напротив, они практически игнорировали рыбу-«соседа» в находящейся рядом бутыли. Когда хозяевам территории представляли пары другого вида стегастесов или пары рыб-хирургов, они не различали соседей и «несоседей» у рыб других видов.

Параллельно проводимые эксперименты Трешера установили, что эти помацентровые рыбы узнавали своих соседей по размерам, а особенно – по едва заметным различиям в характере окраски. Все рыбы были заботливо возвращены в свои родные места, где им, хочется надеяться, удалось вернуть свои законные владения на рифе.

С тех пор еще никто не проверял, могут ли стегастесы помнить своих соседей после длительного отсутствия, как капюшонные древесницы. Возможно, им этого не нужно, потому что они – оседлый вид. Но я бы не удивился, окажись они на это способны.

Подобно стегастесам, некоторые самцы зеленой шишколобой рыбы-попугая (*Bolbometopon muricatum*) также территориальны. Получившие свое название за похожий на шишку костный вырост на лбу, эти великаны рифа вырастают до полутора метров в длину и до 75 килограммов веса. Во время споров за территорию пара самцов плывет друг на друга с расстояния нескольких метров, и их лбы с громким звуком ударяются друг о друга, когда рыбы сталкиваются[422]. Поведение напоминает бодание головами у баранов-толсторогов и служит похожим целям. Два самца раз за разом принимают боевую стойку и бодаются головами, пока одна рыба из пары не откажется драться и не уплывет. Хотя эти ритуализованные состязания включают элемент насилия и явно не лишены риска, они в целом предотвращают причинение серьезного ущерба или смерти, позволяя тем самым победителю сохранить свою сферу влияния, а побежденному – рискнуть и отправиться поискать лучшей доли.

Травмированные в сражениях ветераны могут щеголять вмятинами на лбах, которые со временем становятся белыми, потому что на них разрушаются чешуя и кожа. Как ни странно, но бодание головами у шишколобых рыб-попугаев (или, если уж на то пошло, у морских рыб вообще) было заснято лишь в 2012 году. Согласно предположениям ученых, причиной того, что нам не удавалось заметить подобное поведение, могло быть то, что эти рыбы встречаются все реже. Поскольку шишколобых рыб-попугаев из-за перелова осталось не так много[423], у них может оказаться меньше конкурентов, с которыми можно вести сражение.

Индивидуальность – не только для человеческих существ

Индивидуальное узнавание и конкурентные состязания указывают на другое качество, которое можно обнаружить в обществе: на индивидуальность. Она хорошо выражена у многих наземных животных. А как насчет рыб?[424]

Несколько лет назад я заказал еду навынос в азиатском ресторане по соседству. В ожидании еды я начал бродить у входа, где находился аквариум, в котором жили три гарибальди[425]. Гарибальди – это обитающая в Тихом океане ярко-красная рыба около 20 сантиметров в длину, названная по имени Джузеппе Гарибальди, итальянского военного и политического деятеля, чьи последователи часто носили характерные ярко-оранжевые или красные рубашки. Постоянный дом этих трех рыб в ресторане – аквариум с искусственной скалой, парой пластмассовых растений и слоем разноцветных камешков на дне – был пустынным и однообразным по сравнению с родными рифовыми местообитаниями, где они могут прожить до пятнадцати лет.

По мере того как я наблюдал за гарибальди на протяжении нескольких отдельных визитов, три случайные красные рыбы превратились в трех отдельных индивидуумов – социальные единицы со своими типами поведения. Одна из двух более крупных рыб всегда держалась обособленно; я всегда видел ее с одной стороны аквариума вдалеке от камней на другом конце, где в основном плавали две другие особи, на расстоянии около метра. Я видел позы и взаимодействия, которые выражали покорность, самоутверждение и нежность. Однажды одиночка и рыба из пары устроили поединок близ середины аквариума: каждая из рыб делала короткие выпады в сторону другой. В ход пошли легкие толчки и щипки, но не более. В другом случае одна рыба из пары плавала на боку у дна, а в это время другая нежно тыкала ртом в ее тело. В дикой природе самцы гарибальди

очищают гнездовой участок для своих брачных партнерш. Я не раз замечал коническое углубление в синем гравии, который устилал дно аквариума, поэтому думаю, что эти рыбы чувствовали потребность в устройстве гнезда. Самцы гарибальди строго территориальны и иногда щиплют ныряльщиков, заплывающих на территорию их гнезда. Я предполагаю, что это трио было брачной парой и вторым самцом. Гарибальди принадлежат к многочисленным видам рыб, которые умеют менять пол в разное время на протяжении своего жизненного цикла. Я наблюдал за этими рыбами в общей сложности всего лишь тридцать минут – крохотный фрагмент от полной картины их жизни. Но за это время я стал свидетелем того, что навсегда осталось со мной. Я понял, что наблюдал не просто трех случайных рыб, а трех индивидуумов, ведущих самостоятельную, независимую жизнь. Они находились там в течение примерно четырех лет; но однажды я вернулся в ресторан и увидел, что они пропали – их сменили несколько рыб меньшего размера и другого вида. Те три гарибальди во всех отношениях и с любой точки зрения были личностями со своей индивидуальностью. Похоже, что это справедливо в отношении всех рыб – будь то скромная сельдь, морской лещ в аквариуме на китайском продуктовом рынке или рифовая акула по имени Бабушка. Если вы послушаете, как говорит о Бабушке Кристина Зенато, то поймете, что она наделяет индивидуальностью того, о ком заботится: «У нее мягкий характер, и она подплывает ко мне, желая, чтобы ее поласкали и потрогали. Обычно она очень сильно хочет приблизиться ко мне. Даже когда рядом находится еще кто-нибудь с пищей, а я – на некотором расстоянии в стороне, она вначале приблизится ко мне, а не к кому-то другому. Иногда, когда я позволяю ей уйти, она быстро разворачивается и возвращается ко мне на колени».

Бабушка – пожилая карибская рифовая акула, любимица Зенато, исследовательницы океана, защитницы природы, дипломированного инструктора по дайвингу. Спортивная, полная энтузиазма и бесстрашная, Зенато провела двадцать лет, ныряя с акулами на своей базе на Багамах и по всему миру. Она также заставляет их сильно расслабиться при помощи нежного поглаживания, а потом удаляет у них изо рта крючки. Для Зенато акула – не «никто», а «кто-то», индивидуум с предпочтениями, отношениями и личностью.

Кристина дала имя Бабушке за ее бледную окраску, которую она уподобляет седым волосам старой леди. Они знали друг друга в течение пяти лет. Бабушка – самая крупная особь в группе карибских рифовых акул, которые регулярно посещают одно из

мест, где ныряет Кристина. Судя по ее размеру – два с половиной метра от носа до хвоста, – Бабушке около двадцати лет.

Похоже, привязанность Зенато к этой акуле взаимна: «Она довольно ласкова. Она любит близко подплывать ко мне и позволяет ласкать ее. По мере того как растет взаимное доверие, связи, которые возникают между мной и этими акулами, становятся просто захватывающими».

В начале 2014 года Бабушка пропала на неделю. Зенато заметила, что акула была беременна, и предположила, что она ушла искать укромное место, чтобы родить. Карибские рифовые акулы производят на свет выводок, состоящий всего лишь из пяти или шести рождающихся живыми детенышей, раз в два года[426]. Из-за того что проходили дни, а Бабушка не появлялась, Зенато начала волноваться. Прошла еще неделя, и после этого она вернулась – заметно постройневшая, родившая детей в океанской колыбели: «Она плавала быстрее. Она хотела есть, затратив много сил на роды. Я могла заметить это по языку ее тела, по ее позе».

Воссоединение принесло обеим искреннее счастье.

Пребывание рядом с акулами в течение столь долгого времени рассказало Зенато об их независимой природе. «Существуют отношения с акулами, которые говорят нам об истинном смысле слова “бескорыстно”: никаких ожиданий. И это делает отношения отличными от наших человеческих ожиданий, но еще и более красивыми. Бабушка глубоко волнует меня. Видя ее, я улыбаюсь, и она приносит мне радость. Похоже, что она тоже получает удовольствие от наших отношений».

Зенато не меньше очарована костными рыбами, с которыми она сталкивается во время погружений и которых иногда кормит. В одном месте, где она часто ныряет, она сдружилась с тремя рыбами *Mycteroperca bonaci* из семейства каменных окуней: Арахис, Шептуньей и Шпионкой. Она описывает их как чрезвычайно сообразительных, любопытных и внимательных.

Как же она их отличает друг от друга? «Это не сложнее, чем отличить вашего учителя математики от вашей же матери. Их окраска, форма, особенности строения тела и поведения меняются от одной рыбы к другой».

Арахис, рыба почти полутора метров длиной, оливково-серое тело которой покрыто черными точками и пятнами цвета меди, – самая крупная из них троих. Укус, полученный, когда она попробовала украсть кусок рыбы, свисающий изо рта акулы, лишил ее способности менять цвет на правой стороне морды, поэтому, когда ее тело становится бледным, чтобы показать расслабленное настроение, правая сторона сохраняет черную маску, – рыбий вариант «Призрака оперы».

Другие два групера из этой троицы также отличаются друг от друга внешне: Шпионка – следующая в размерном ряду, а Шептунья – самая маленькая. Зенато считает Шпионку самой симпатичной: «Ее кожа сохранила первозданный вид, не тронута отметинами или обесцвеченными участками, и у нее более вытянутое лицо».

Но даже если бы груперы были одинаковы по размерам и окраске, они отличались бы друг от друга, как пирог от торта. Вопреки своему увечью, Арахис – экстраверт в трио груперов. Едва завидев Кристину с едой, она подплывает прямо к ее лицу. Арахис выучила сигналы Кристины «не твоя очередь есть» (кусок трубки из ПВХ у нее в руке) и «твоя очередь есть» (трубка из ПВХ спрятана).

«Даже когда еды нет, она подплывает ко мне и подталкивает мою руку, чтобы ее погладили, – с улыбкой говорит Зенато. – Она любит ощущать поверхность моего гидрокостюма своей кожей».

Шпионка получила свое имя за привычку держаться чуть за границами поля зрения Зенато, зависая позади и чуть ниже правой или левой стороны ее спины. Как и Арахис, Шпионка усвоила различие между временем кормления акул и груперов.

Шептунья – самая робкая из трех. Она всегда парит за ушами Зенато, словно шепча ей: «Брось мне рыбки! Брось мне рыбки!» Но, словно дикая кошка, Шептунья соблюдает дистанцию, никогда не позволяя Кристине дотронуться до нее: «Если я поворачиваюсь или двигаюсь, она поворачивается и движется вместе со мной, всегда оставаясь вне поля зрения, если только я не оборачиваюсь резко и не застаю ее врасплох».

Существа вроде Бабушки и Шептуньи бросают вызов общему предубеждению о том, что акулы сеют страх вокруг себя, а костистые рыбы примитивны и тупы. Естественный отбор поддерживает разнообразие среди индивидуумов, и для сложных существ, обладающих умственными способностями и социальной жизнью, индивидуальность – внешнее проявление того разнообразия. Не нужно иметь шерсть или перья, чтобы обладать индивидуальностью; чешуи и плавников вполне достаточно.

Рыбьи привязанности

Из-за того что рыбы лишены выразительных лиц[427], мы склонны считать, что им сложно отождествлять себя с кем-то или что-то чувствовать. (Имейте в виду, однако, что дельфины также не могут менять свое выражение морды, но мы не относимся к ним с таким же предубеждением. Возможно, причина этого

состоит в том, что выражение их морды выглядит счастливым, или в том, что мы знаем, что они – млекопитающие с большим мозгом. Возможно, верны оба варианта.) Однако существует твердое эволюционное основание для возникновения тесных связей между рыбами – для таких функций, как размножение, родительская забота, сотрудничество и безопасность. Существуют многочисленные свидетельства наличия у рыб социальных связей, выходящих за рамки простого знакомства.

Сабрина Голмассян держала рыб, когда работала над дипломом по английскому языку в Нью-Мексико. Она мало разбиралась в аквариумах и думала, что рыбы стоят далеко не на самой верхней ступени, когда приобретала зеленого барбуса (*Barbodes semifasciolatus*)[428] длиной 2,5 сантиметра. Фрэнки, так звали барбуса, жил в одиночестве в аквариуме вместе с улиткой и лягушкой. Он часто тыкал мордой этих соседей по аквариуму, но ему мало чем отвечали, и он, похоже, скучал. Поэтому Сабрина купила второго солнечного барбуса. Она назвала рыбку Зои. С появлением новичка поведение Фрэнки немедленно изменилось. Когда была подсажена Зои, его тело дрожало от очевидного волнения, посылая волны в толщу воды. Вот как описывает это сама Голмассян: «Он испытал мгновенную и естественную любовь к новой соседке по аквариуму. Это было удивительно, если учесть, что он так долго жил один. С тех пор у меня были и другие рыбы, которые боятся соседей по аквариуму или не интересуются ими. Но это была любовь с первого взгляда».

Вначале Зои довольно слабо интересовалась Фрэнки. Со временем лед растаял, и два барбуса начали приятельскую жизнь в аквариуме.

Однажды, когда Сабрина чистила аквариум, Фрэнки выпрыгнул из емкости, куда его отсадили, и упал в раковину. Зои начала отчаянно метаться по отсаднику, демонстрируя состояние, выглядящее как беспокойство. Сабрина поспешно подцепила Фрэнки и вернула в воду, где он замер в неподвижности и едва был в сознании. Зои начала действовать, подталкивая его и выталкивая со дна, словно желая, чтобы он вернулся к жизни. Фрэнки пришел в себя, хотя в течение нескольких дней его движения оставались вялыми. Зои выглядела более активной, пока Фрэнки восстанавливал свои способности плавать и соображать.

Мы можем поступить лучше, чем просто рассуждать о том, какие эмоциональные ощущения могли бы испытывать две рыбы Сабрины. Явные изменения в поведении одной рыбы, последовавшие за травмой в жизни другой особи, заставляют предположить согласованность в настроении, выходящую за

рамки простого сосуществования.

А вот другая поучительная история о социальной жизни рыб. Однажды Морин Доули, старший библиотекарь Университета Карнеги-Меллона, отдыхала у маленького пруда в природном заповеднике Бичвуд-Фармз близ Питтсбурга, Пенсильвания, когда вдруг заметила двух рыб, плавающих вместе у края воды. То, что случилось после, она описывает так: «Одной из рыб с трудом удавалось оставаться в вертикальном положении, и она начинала заваливаться на бок каждые несколько секунд, словно собиралась перевернуться кверху брюхом. Каждый раз, когда рыба начинала наклоняться, другая рыба мягко возвращала своего товарища в вертикальное положение боком собственного тела или легким толчком морды. Это был первый раз, когда я вообще видела рыб, проявляющих нежную заботу».

Это описание напоминает мне о золотой рыбке, с которой мы встречались ранее, – она подплывала под своего искалеченного соседа по аквариуму, Блэки, помогая ему подниматься к поверхности воды за кормом.

Вот наблюдение, которое, я уверен, будет вам знакомо, поскольку среди аквариумных рыб распространено такое поведение. Свидетельство я получил от Джона Петерса, доцента экономики в Марист-колледже, Нью-Йорк. В подростковые годы Джон содержал многих рыб, и самым незабываемым питомцем был астронотус, который жил в аквариуме в спальне хозяина. Астронотусы – хищники, и единственными рыбами, которые когда-либо составляли компанию Оскару[429] в его аквариуме, были несчастные золотые рыбки, которыми Джон кормил Оскара.

Джон сильно привязался к красивой рыбе – к тому, кому он каждый вечер желал «спокойной ночи», произнося одни и те же слова одинаковым тоном голоса.

Через какое-то время Джон заметил, что Оскар предпочитает спать или отдыхать на стороне аквариума, ближайшей к кровати Джона, на расстоянии около метра. Примерно через год после приобретения Оскара Джон переставил некоторые предметы в своей комнате. Чтобы вписать в новую обстановку, аквариум Оскара переставили к другой стене, по другую сторону от кровати. Через несколько дней Оскар поменял сторону аквариума, на которой любил отдыхать. Теперь всякий раз, когда Джон желал спокойной ночи своему компаньону, рыба снова располагалась прямо у стекла, ближайшего к кровати.

Дружба ли это? Возможно, да, возможно, нет. Многие астронотусы наслаждаются тем, как их осторожно ласкают люди. Конечно, эти люди еще и кормят их, так что есть возможность того, что рыба просто надеется на пищевое вознаграждение.

Хотя продолжительность жизни астронотусов составляет от восьми до двенадцати лет, Оскар не прожил и трех. Золотые рыбки сумели ему отомстить. Однажды Оскар заболел и вскоре, по словам Джона, «сошел с ума», с силой наталкиваясь на все в своем аквариуме, плавая кверху брюхом и ударяясь о предметы. Когда он перестал метаться, он был уже при смерти. Позже Джон узнал, что золотые рыбки ядовиты для астронотусов[430].

Истории вроде этих зачастую пропускают мимо ушей. Очень жаль, потому что они все равно ценны для меня как для ученого. Они могут не только растрогать нас, но и показать аспекты поведения животных, которые наука не готова (или не способна) исследовать. Я бы хотел стать свидетелем того, как ученые и любители на равных делятся своими наблюдениями друг с другом. Придет время, и мы сможем пронаблюдать такие формы поведения, которые смогли бы сподвигнуть инициативных ученых на исследование этих явлений.

Социальные отношения

Рука руку моет.

Сенека[431]

Если мы[432] ведем речь о существах с индивидуальностью, воспоминаниями и способностью распознавать друг друга как индивидуумов спустя некоторое время, то возможно заговорить и о более замысловатой форме взаимодействия: о долгосрочных социальных отношениях. Чтобы обеспечить себе средства к существованию, придорожный бизнес вроде парикмахерских и ресторанов, предоставляющий услуги на месте, рассчитывает и на случайных клиентов, и на постоянных посетителей. В мире конкуренции можно собрать собственную клиентскую базу, только предлагая хороший товар или услугу. Клиенты не вернутся после того, как их плохо побрили, а если уж кончилась еда, то, в общем, есть и другие места, где можно поесть. Иногда бизнес оказывается мошенничеством. Тогда обычно следует наказание, а репутация оказывается подмоченной. Ситуация на рифе мало чем от этого отличается.

Давайте рассмотрим симбиоз рыбы-чистильщика и клиента. Это одна из самых сложных и замысловатых социальных систем среди всех животных, не только среди рыб. Система работает следующим образом. Одна или две рыбы-чистильщика сигнализируют о готовности вести дела. Они работают в определенных местах, используют различные движения и яркие цвета, чтобы усилить заметность сигнала (рыбья версия вращающегося красно-бело-синего цилиндра[433] рядом с парикмахерской). Другие рыбы собираются на станции очистки, где ждут своей очереди обслуживания чистильщиками. Эти так называемые рыбы-клиенты будут иногда сигнализировать о своей готовности к очистке, застывая в неподвижной позе вверх или вниз головой. Чистильщики часто приближаются к заинтересованным в них клиентам, производя особые движения. Они выгрызают с тел клиентов паразитов, омертвевшую кожу, водоросли и другие нежелательные загрязнения. Клиенты получают выгоду от «спа-ухода», в том числе – от удаления паразитов. Чистильщики кормятся.

Разнообразие видов, которые занимаются работой чистильщика, свидетельствует о ее большой полезности как профессии. Поведение чистильщиков у рыб независимо возникало в процессе эволюции несколько раз, и эти услуги

предоставляются в самых разнообразных биотопах по всему миру. В число морских рыб-чистильщиков входят многие губаны, некоторые спинороги, рыбы-бабочки, помацентровые, рыбы-ангелы, бычки, единороговые, иглы-рыбы, кифозовые, эмбиотоковые, рыбы-прилипалы, каранксы и атеринопсы. Среди пресноводных рыб-чистильщиков – цихлиды, гуппи, карповые, солнечники (ушастые окуни), икромечущие карпозубые и колюшки[434]. Некоторые беспозвоночные, в том числе несколько видов креветок, также предоставляют услуги по очистке. Список клиентов насчитывает значительно больше сотни известных видов рыб, в том числе акул и скатов. Другие клиенты – омары, морские черепахи, морские змеи, осьминоги, морские игуаны, киты, бегемоты и люди[435][436].

Хотя я видел рыб-чистильщиков ожидающими очередного клиента, у них также могут выпадать весьма жаркие рабочие дни. Исследование на Большом Барьерном рифе установило, что один губан-чистильщик обслуживал в среднем 2297 клиентов ежедневно[437]. Отдельные клиенты посещали одного и того же чистильщика в среднем до 144 раз в день[438]. Одно посещение каждые пять минут в течение двенадцатичасового светового дня! Это уже напоминает нечто на грани патологической привязанности. Если бы единственная цель посещения чистильщиков состояла в избавлении от паразитов и водорослей, то для того, чтобы оправдать такой объем работы по очистке, пораженность ими должна быть просто запредельной. Но это не снижает роли паразитов в поддержании мутуалистических отношений между чистильщиком и клиентом. Исследования Александры Граттер и ее коллег из Квинслендского университета в Австралии установили, что в среднем чистильщик удаляет с клиентов около 1218 паразитов в день. Когда Граттер мешала доступу к рыбе-чистильщику, заключая рыб-клиентов одного из видов, губанов *Hemigymnus melapterus*, в клетку на рифе на двенадцать часов, бремя паразитов[439] на клиентах возрастало в 4,5 раза[440].

Наличие санитарных станций настолько важно для сообществ рифовых рыб, что чистильщики могут оказывать существенное влияние на видовое разнообразие рыб на рифе. Когда команда исследователей под руководством Граттер выловила губанов-чистильщиков и убрала их на восемнадцать месяцев с маленьких рифов у острова Лизард-Айленд близ восточного побережья Австралии, видовое разнообразие рыб сократилось вдвое, а общее количество рыб на рифе уменьшилось до четверти для видов, мигрирующих с одного рифа на другой. Исследователи сделали вывод о том, что многие виды рыб, в особенности те, что

мигрируют между рифами, выбирают последние, основываясь в том числе на присутствии рыб-чистильщиков. Похоже, что последствия такого снижения численности вида наступают медленно[441]; на протяжении первых шести месяцев после удаления рыб-чистильщиков видовое разнообразие снижалось незначительно.

Клиенты – не пассивные участники действия. Когда подходит их очередь, они приближаются к пункту очистки и парят на одном месте, растопырив плавники, чтобы помочь чистильщикам добраться до всех труднодоступных мест. Некоторые раскрывают рты и открывают жаберные крышки, чтобы позволить чистильщикам, обычно значительно меньшего размера, забраться внутрь и вылезти. Изредка чистильщик толкает своим рылом плавники и жаберные крышки рыбы-клиента, чтобы дать ей сигнал растопырить их для осмотра. Также чистильщики вибрируют своими брюшными плавниками[442] так, чтобы те похлопывали по телу хозяина, подавая сигнал, означающий: «Пожалуйста, держите эту часть вашего тела неподвижно для осмотра».

Сцена смотрится драматично, если клиент – крупный хищник. Хотя акула или мурена может легко проглотить чистильщика как легкую закуску, просто нет смысла съедать того, кто оказывает тебе услугу.

Но было бы честно высказать одно соображение. Груперы, например, пользуются сигналами в помощь рыбам-чистильщикам, которые ухаживают за ними. Широко распахнутая пасть действует как приглашение. Пока чистильщик занят работой, групер следит за возможными угрозами. Если при приближении опасности чистильщик оказывается у групера во рту, групер захлопывает пасть, но оставляет как раз достаточно места для того, чтобы чистильщик выскочил и бросился в безопасную трещину на рифе. Если чистильщик находится в жабрах, происходит то же самое, только в этот раз остается приоткрытой жаберная крышка[443].

Темноперые серые акулы приглашают чистильщиков обслужить их, поворачивая тело вверх[444] и широко разевая рот. Чистильщики не выказывают страха, входя в смертоносную пещеру акулы[445]. Похоже, они знают: крупный хищник, превышающий их собственный размер в сотни раз, не причинит никакого вреда.

Нет сомнений в том, что рыбы-чистильщики проявляли впечатляющие когнитивные навыки благодаря высоким требованиям, которые предъявляет их ремесло. Отношения между рыбой-чистильщиком и ее клиентом не случайны (вспомните о 144 посещениях за один день). Они построены на доверии

и взращиваются неделями или месяцами. Социальное соглашение вроде этого требует, чтобы отдельно взятые чистильщики узнавали своих клиентов. Когда на одного чистильщика приходятся десятки клиентов, рыбы держат в уме солидную базу данных своей клиентуры[446]. В экспериментах с предоставлением выбора, когда чистильщик мог выбрать возможность плавать рядом с одним из двух клиентов, чистильщик провел больше времени рядом со знакомым. Интересно, что в ходе экспериментальных попыток клиенты не выказывали никакого предпочтения подобного рода[447] – возможно, потому, что должны помнить лишь то место, где чистильщик занимается своим делом, чтобы осуществлять повторные взаимодействия с одним и тем же индивидом.

В дополнение к умению запоминать, кого очищали, губаны-чистильщики также могут помнить, *когда* они чистили этого клиента. Они с большей вероятностью обслужат в первую очередь, например, определенного спинорога, который пропустил их прошлую встречу, потому что этот клиент, возможно, будет нести на себе больше паразитов. (Это напоминает мне способность колибри посещать определенные цветы стратегически, основываясь на том, когда они в последний раз сосали из них нектар[448].) В экспериментах, где рыбам-чистильщикам предлагалась пища на тарелках с четырьмя различными цветами и узорами, они учились выбирать тарелки, которые наполнялись пищей быстрее, предпочитая их тарелкам, на которых запас еды пополнялся медленнее. Рыбы-чистильщики способны выучить, *какого* клиента лучше очищать. Используя память о трех параметрах – «кого», «когда» и «как», – они демонстрируют так называемую эпизодическую память, когнитивный навык, к которому биологи относятся с большим уважением[449].

Если рыба может отслеживать события прошлого, способна ли она также прогнозировать будущие события? Согласно исследованию, проведенному во Французской Полинезии, бродячие губаны-чистильщики регулируют свое поведение в соответствии с тем, что называется *тенью будущего*[450]. У людей этот термин из области теории игр относится к нашей склонности теснее кооперироваться с партнером, когда существует более высокая вероятность будущих взаимодействий. Бродячие чистильщики теснее кооперируются со своими клиентами вблизи центра их территории проживания, где они с большей вероятностью вновь столкнутся с рыбами-клиентами. В ходе взаимодействий, связанных с чисткой, они реже щипывают фрагменты слизи с тел своих клиентов, в результате

чего те меньше их «отталкивают». Это исследование дает нам один из тех очень немногих примеров, когда животное (не человек) регулирует степень своего сотрудничества с отдельными партнерами, оценивая будущее вознаграждение.

Сомнительные сделки

Сщипывание слизи? Толчки? Именно здесь симбиотические отношения чистильщика и клиента становятся более запутанными и даже коварными. Симбиоз чистильщика и клиента может выглядеть прилично и аккуратно – каждый из участников получает пользу, безраздельно властвуют вежливость и внимание к окружающим, – но система, связанная с доверием и добровольностью, уязвима к ее эксплуатации сторонами с более эгоистичными интересами. Когда ученые глубже исследовали мутуализм[451] чистильщика и клиента, они обнаружили конфликтующие интересы и раскрыли сомнительную сторону процесса.

Оказалось, что чистильщики предпочитают собирать со своих клиентов слизь, которая, на удивление, обладает большей пищевой ценностью, чем водоросли и паразиты. Вдобавок она может просто быть лучше на вкус. Само собой разумеется, клиенты не любят, когда с их тел сщипывают кусочки слизи. Толчок происходит, когда клиент вздрагивает из-за того, что чистильщик отщипывает кусочек защитного слоя слизи, покрывающего тело рыбы. Они могут толкаться (вздрагивать), потому что им больно; но толчки также сообщают чистильщикам, что те укусили то, что не следовало, и что клиент знает об этом[452].

Этот конфликт интересов между чистильщиками и клиентами запускает целый каскад последствий. Чистильщики демонстрируют повышенную обходительность с клиентами на ранних стадиях их отношений. Она включает применение по отношению к ним тактильной стимуляции. Они делают это, поглаживая клиента быстрыми движениями своих брюшных и грудных плавников[453]. Очевидно, это обходительное поведение проявляется по двум причинам: чтобы поощрить клиента подольше оставаться на пункте очистки и чтобы успокоить вздрагивающего клиента. Чистильщики с большей вероятностью будут ласкать хищного клиента[454] – вероятно, потому что это снижает риск быть съеденным потенциально опасным клиентом. Голодные хищные клиенты получают больше ласки, чем сытые, независимо от пораженности этого клиента

паразитами. Вероятно, существуют реальная опасность оказаться объектом преследования и возможность быть пойманным и съеденным рассерженным клиентом, хотя я не знаю ни одного ныряльщика, который видел бы, как это случалось.

Хищные клиенты гораздо менее агрессивны в тех местах, где ведут свою работу рыбы-чистильщики, поэтому такие области на рифе считаются зонами безопасности[455]. Есть смысл в том, что хищники хотят вести себя как можно лучше, пока находятся среди рыб, которые приносят им больше пользы, чем добыча. Я предполагаю также, что тактильная стимуляция клиентов чистильщиками оказывает умиротворяющее действие.

Однако подавляющее большинство видов клиентов – не хищники, и это означает, что они не могут использовать доступную хищному клиенту способность угрожать, чтобы убедить рыбу-чистильщика очищать их прилежнее и ласковее.

Так как же должны поступать мирные клиенты? У них есть иная стратегия, чтобы заставить чистильщиков вести себя хорошо. Это своего рода сделка «услуга за услугу». Предполагаемые клиенты наблюдают за действиями чистильщика, прежде чем решить, позволить ли осматривать себя конкретно данному чистильщику. Делая это, рыбы-клиенты повышают (я ни капли не придумываю) «репутацию» данного чистильщика «в глазах общественности»[456]. Считайте, что это рыбья версия оценки продавца на eBay. Щиплющих слизь чистильщиков, которые заставляют клиента толкаться сильнее, избегают в пользу более честных чистильщиков. Эта система гарантии качества поддерживает отношения более добродетельными. У чистильщиков есть репутация, и они платят свою цену за то, что переступают грань дозволенного, когда щиплют слизь. Неудивительно, что чистильщики честнее сотрудничают с клиентом, когда за ними следят[457].

Если оказывается обманутым новый клиент, не имеющий своей истории отношений с чистильщиком, он попросту уплывает. Но клиент, являющийся постоянным посетителем этих мест и построивший доверительные отношения с чистильщиком, ведет себя так, словно его оскорбили: он гоняет самого чистильщика[458]. Наказание демонстрируется для того, чтобы настроить чистильщиков на более активное сотрудничество в ходе будущего взаимодействия[459].

Качество очистки также зависит от доступности клиентов. На рифах, где рыбы-клиенты меньше посещают пункты очистки, бычки-чистильщики[460] работают честнее, проглатывая меньше чешуи[461] по отношению к количеству заглатываемых паразитов. Это изменение в поведении чистильщика в сторону большей

честности[462] соответствует основному принципу экономики спроса и предложения: когда конкуренция за клиентов выше, клиенты имеют более высокую рыночную стоимость, и выгоднее предоставить им лучшее обслуживание.

Явление мутуализма между рыбой-чистильщиком и клиентом представляет собой одну из самых сложных и хорошо изученных социальных систем в природе. Редуан Бшари, ведущий специалист в области данного симбиоза, подозревает, что отдельные губаны-чистильщики способны узнавать более 100 индивидуальных клиентов различных видов и помнить о своих прошлых взаимодействиях с ними. Кроме того, система включает долгосрочные отношения, построенные на доверии, преступление и наказание, разборчивость, понимание нужд посетителей, репутацию и подхалимство. Эта социальная динамика поддерживает уровень понимания и сложности социальных отношений за рамками нашего обычного культурного представления о рыбах.

Хотя симбиоз чистильщика и клиента явно имеет эволюционную выгоду как для чистильщика, так и для клиента, я придерживаюсь мнения о том, что в его поддержании важную роль играет удовольствие. Удовольствие – это природный инструмент поощрения «хорошего» (адаптивного) поведения. Некоторые аспекты этих взаимодействий говорят в пользу вывода о том, что этот процесс вызывает приятные ощущения. Рыбы-клиенты активно выпрашивают очистку, даже когда у них нет паразитов или ран, требующих заботы. А чистильщики безвозмездно ласкают клиентов плавниками, чтобы выхлопотать благосклонность к себе. Клиенты также могут менять цвет, что, возможно, указывает на изменения в их эмоциях и сигнализирует о более радостном настроении. Ощущение удовольствия адаптивно само по себе – это свидетельство терапевтической пользы от массажа.

Несмотря на впечатляющие умственные способности рыб-чистильщиков, сомнительно, чтобы они задумывались над эволюционным смыслом своего взаимодействия с клиентами или наоборот. Я не встречал никого, кто утверждал бы, что рыбы-клиенты посещают чистильщиков, потому что знают, что это делает их более приспособленными в дарвиновском смысле этого слова. Они поступают так, потому что им этого хочется.

Соблюдение приличий

Симбиоз чистильщика и клиента связан и с иной, более

зловещей формой обмана. Чистильщикам подражают совсем другие виды рыб. Они выглядят почти так же и правильно выполняют все движения. Затем, когда клиент меньше всего этого ожидает, эти маленькие обманщики откусывают у них кусочки плавников и бросаются в укрытие.

В число самых изощренных обманщиков входят саблезубые морские собачки[463]. Эти мелкие бесенята не уступают в хитрости губанам-чистильщикам, которыми притворяются. В одной серии экспериментов собачкам демонстрировали модели рыб-клиентов. Одни из них предпринимали ответные меры против нападений морских собачек, преследуя их, а другие этого не делали. Возмездие повысило вероятность выбора морскими собачками других видов клиентов во избежание будущих нападений. Это демонстрирует не только то, что морские собачки помнят об исходе прошлых событий, но также и то, что меры возмездия действуют как настоящее наказание. Наказание также служит «общественным благом» для других представителей вида-клиента, заставляя собачек держаться от него подальше.

Эволюционная теория предсказывает, что те или иные формы поведения не должны закрепляться в процессе отбора, если другие особи, «безбилетники», могут извлекать из них выгоду без чрезмерных затрат для себя. Это предсказание заставляет спросить: почему рыбы-клиенты расходуют энергию, наказывая собачек, когда урон уже был нанесен? Оказалось, что морские собачки каким-то образом могут отличать мстителей от «халявщиков» (которые не берут на себя труд принимать ответные меры, но позволяют делать эту работу другим особям своего вида), и эти «примазавшиеся» больше рискуют оказаться объектом будущих нападений морских собачек[464]. Так что если вы – рыба-клиент, которая только что испытала боль, когда собачка откусила часть вашего плавника, выгоднее принять ответные меры.

Это разумный расчет, но я считаю его довольно холодным и циничным. Мы рискуем слишком низко оценивать животных, когда ограничиваем себя эволюционными вычислениями. Боже мой, разве смогли бы мы предположить, что рыбы-клиенты могут принять ответные меры, потому что в процессе эволюции они приобрели эмоции, в том числе одну из самых основных – гнев? В свете свидетельств в пользу наличия эмоций у рыб я склоняюсь к тому, чтобы интерпретировать возмездие клиента за наглый укус собачки как злость.

Культурные

Учитывая сложные социальные нюансы явления, меня не удивило бы, если бы мутуализм чистильщика и клиента включал элемент культуры. Для биологов культура – ненаследуемая информация, передаваемая от поколения к поколению[465]. Человеческие гены не заставляют нас носить татуировки или ходить в кино, но множество людей принимает эти обычаи через чужой пример. В настоящее время известно, что культура, которая некогда считалась исключительной прерогативой человека, широко распространена у млекопитающих и птиц, особенно у долгоживущих социальных видов. У животных особенности, передаваемые посредством культуры, включают изготовление орудий воронами, миграционные пути слонов, диалекты косаток и местоположения общих участков для спаривания (токовищ)[466] у антилоп.

Обучение – важнейшее условие в сохранении культуры. Когда я устанавливал звуковые колонки и проигрывал через них запись эхолокационных криков кормящихся летучих мышей в полях и лесных местностях Британской Колумбии, в течение поздней весны и раннего лета лишь немногие летучие мыши проявляли к ним хоть какой-то интерес. В это время года летают лишь взрослые летучие мыши; предполагается, что все они знают, где находятся лучшие кормовые участки, поэтому зачем беспокоиться, уделяя внимание странному новому источнику криков кормящихся летучих мышей? К августу и сентябрю, после того как молодые летучие мыши покидали родителей и начинали улетать в ночь за кормом, ситуация оказывалась совершенно иной. Мои колонки стали привлекать летучих мышей стаями[467]. Похоже, молодые и неопытные летучие мыши пользовались голосами старших, более опытных сородичей, чтобы искать хорошие места для ловли насекомых. Тремя годами позже, наблюдая миллионы бразильских складчатогубов[468], сплошным потоком вылетающих на закате из пещер в Южном Техасе в конце лета, я предположил, что молодые особи также следовали за старшими товарищами, чтобы узнать, где находятся хорошие кормовые участки. Тогда еще никто не называл это культурой, но, когда я размышляю над сохраняющейся из поколения в поколение привязанностью летучих мышей к маршрутам миграций, местам отдыха и кормовым участкам, кажется уместным назвать ее именно так[469].

А есть ли культура у рыб? В ходе двенадцатилетнего исследования синеголовых талассом[470] на серии хорошо изученных лоскутных рифов[471] островов Сан-Блас у берегов Панамы Роберт Уорнер из Калифорнийского университета, Санта-Барбара, отслеживал восемьдесят семь участков размножения

талассом. Эти рыбы карибских рифов сохраняют репродуктивную активность круглый год, размножаясь чуть ли не ежедневно. Уорнер выяснил, что долгосрочный выбор талассомами участка размножения был поразительно постоянен. Одни и те же точно определенные местоположения использовались ежедневно на протяжении более чем двенадцати лет, что составляет как минимум четыре поколения, так как максимальная продолжительность жизни этого вида – всего около трех лет. Кроме того, по оценкам Уорнера, на этих лоскутных рифах существовали сотни других потенциальных участков для размножения, которые выглядели столь же привлекательными, но все же по каким-то причинам местные жители не хотели ими пользоваться. Также, несмотря на несколько значительных колебаний численности популяции за это время, ни одно из восьмидесяти семи предпочитаемых рыбами любовных гнездышек не вышло из употребления. Уорнеру стало интересно, предпочитались ли эти места размножения из-за того, что на них присутствовали ресурсы в лучшем сочетании. Если это так, то при удалении старожилов новые рыбы должны были воспользоваться теми же самыми участками.

Уорнер приступил к удалению всей местной популяции синеголовых талассом[472]; затем он заменил их рыбами того же вида с других рифов. Думаете, новые поселенцы, которые вскоре определили участки для размножения, поселились на участках, устроенных предшествовавшими им старожилами? Как бы не так. Они определили новые участки для размножения, к которым проявляли такую же привязанность на протяжении сменяющих друг друга поколений, как более ранние жители – к своим. В контрольных экспериментах, когда целые популяции синеголовых талассом были отловлены, а затем возвращены на свои родные рифы, они вернулись на свои прежние территории (показывая тем самым, что потрясения, связанные с отловом и содержанием в неволе, не были причиной смены участков для размножения). Уорнер заключил, что местоположение участка для размножения не основывается на некотором присущем ему качестве, а обусловлено культурными традициями[473].

Синеголовые талассомы – не единственные рыбы, для которых известно сохранение традиционных участков для размножения посредством общественного договора. Другие примеры – сельди, груперы, луцианы, рыбы-хирурги, сиганы, рыбы-попугаи и кефали[474]. Культурные проявления у рыб возникают и в других контекстах, в том числе в маршрутах суточных и сезонных перемещений. Мелким рыбам угрожает много потенциальных хищников, и наблюдать за другими

членами группы и действовать так же, как они, означает избегать привлечения внимания хищника. Это могло бы объяснить культурный конформизм, демонстрируемый гуппи, которые, выучив маршрут к месту кормления в процессе следования за лучше знающими его рыбами, продолжают пользоваться этим маршрутом еще долгое время после того, как удаляют демонстраторов. Выбранный ими путь сохраняется как минимум первое время, даже когда гуппи становится доступным новый, более прямой маршрут[475]. Это странным образом напоминает людей, которые упорно цепляются за традиционный способ выполнения той или иной работы даже после того, как начинает применяться более новый и эффективный метод. (На ум приходит то, как люди пишут заметки от руки.) Но гуппи совсем не долго цеплялись за старое. Вскоре они сделали рациональный выбор, который показывает, что они – не бóльшие рабы традиций, чем мы сами.

Хищничество со стороны людей раскрывает более мрачную сторону утраты культурных знаний. Согласно проведенному в 2014 году исследованию команды ихтиологов и биофизиков, разграбление людьми популяций рыб и наше предпочтение более крупных (и потому старших) особей прервало передачу знания миграционных путей у рыб. Исследователи разработали математическую модель, основанную на трех факторах: (1) прочность социальных связей между рыбами, (2) доля информированных особей (лишь более старшие рыбы знали миграционные маршруты и конечные пункты на пути следования), (3) предпочтение, которое демонстрировали эти информированные особи в отношении того или иного места прибытия. Они обнаружили, что социальное единство и присутствие информированных особей были самыми важными факторами, позволяющими избежать потери координации и распада группы[476].

Эти нарушения преемственности культуры могут оказаться необратимыми. Культура не закодирована в генах, поэтому, будучи однажды утраченной, она вряд ли может быть восстановлена. «Если вы восстанавливаете популяции рыб, [этого] может быть недостаточно, – говорит Джанкарло де Лука, биофизик с целой командой исследователей. – Они, по сути, утратили свою коллективную память». Это могло бы объяснить безуспешность попыток восстановления многих популяций животных даже после того, как их истребление прекратилось. Гладкие киты Северной Атлантики, серые киты на северо-западе Тихого океана и многие популяции синих китов показывали мало признаков роста численности спустя полвека или больше после

того, как был остановлен массовый китобойный промысел[477]. То же самое справедливо для многих видов рыб, если их численность стала слишком низкой для того, чтобы противостоять коммерческому лову. Когда сети и крючки нацелились на другие виды, треска, атлантический большеголов[478] (ранее известный под не столь аппетитно звучащим названием «слизеголов»), патагонский клыкач (также известный как чилийский морской окунь) и другие долгоживущие виды, которые, как предполагается, накапливают культурные знания поколение за поколением, не восстановили свою численность[479].

Разграбление океана продолжается несмотря на то, что мы, будучи культурными людьми, склонны искать положительные моменты во многих проявлениях нашей социальной деятельности. В современную эпоху на смену деспотичным правителям и феодальным владыкам в основном пришли демократические государства, в которых избранные главы более отзывчивы к пожеланиям и потребностям электората. В наши дни более вероятно разрешение региональных конфликтов с привлечением объединенных усилий сотрудничающих наций, чем в прошлом. В обществах рыб добродетель, демократия и миротворческие усилия также находят свое место, что мы увидим далее.

Сотрудничество, демократия и миротворчество

Ничего действительно ценного нельзя добиться иначе, чем бескорыстным сотрудничеством множества людей.

Альберт Эйнштейн[480]

В апреле 2015 года с балкона двухэтажной виллы, выходящего на Карибское море на западном побережье Пуэрто-Рико, я наблюдал драматичную форму поведения рыб. Все началось с внезапной сумятицы совсем рядом с берегом на протяжении примерно 45 метров вдоль пляжа. Поверхность воды взорвалась множеством серебристых рыбок – каждая из них была около 7,5 сантиметров в длину, – целыми массами выпрыгивающих из воды. Прежде чем они едва касались воды вновь, еще больше их выпрыгивало в воздух, напоминая мне окончание салюта. Стая состояла, должно быть, из нескольких сотен особей. На то, что их преследовали хищные рыбы, указывала целая эскадра более крупных плавников, на большой скорости резавших поверхность воды.

Это было волнующее зрелище. Энергия спасающихся рыб бушевала столь яростно, что мы с подругой могли расслышать звуки их биения и плеска, когда они мчались в нашу сторону. Раз за разом несколько секунд тишины сменялись взрывом бурной активности, когда брызги серебристых тел складывались в воздухе в дугу, сверкающую в лучах вечернего солнца. В отчаянной попытке уйти от погони некоторые рыбы выбрасывались на пляж, извиваясь и подпрыгивая, пока их не спасала следующая волна. Крачка спикировала вниз и ловко схватила с песка одну из них. Другие ненадолго попадали на поросшие водорослями камни, торчащие на мелководье. Когда бурлящая стая оказалась в нескольких метрах от нашей точки наблюдения, мы заметили плотный строй крупных рыб – каждая из них была около 45 сантиметров в длину, – плывший параллельным курсом совсем рядом с ними. Их тесное построение и действие, которое они оказывали на добычу, напомнили мне о совместной охоте, устраиваемой дельфинами, которые окружают стаю рыб или гонят ее к берегу и схватывают менее удачливых особей, когда добыча спасается отчаянными прыжками. В данном случае тактика окружения не применялась,

но команда охотников, похоже, использовала береговую линию, чтобы лишить добычу возможности спастись, прежде чем внезапно напасть на нее.

То, что мы увидели с балкона, несколько напоминало популярное карикатурное изображение маленькой рыбки, которую собирается съесть рыба побольше, а ту – еще более крупная, и так до бесконечности. Мне кажется, что это клише характеризует рыбу как нечто чуть большее, чем просто автомат, слепо отвечающий на зов голода. Явление, свидетелями которого мы были, представляло собой совместную охоту рыб. Это не был первый случай такого рода. Известно, что совместная охота встречается у нескольких видов рыб. Например, стаи барракуд плавают плотной спиралью, сгоняя добычу на мелководья, чтобы легче было охотиться[481]. Точно так же параболическая форма стаи охотящихся тунцов показывает, что эти тунцы охотятся вместе.

Львы известны своим мастерством совместной охоты. Косатки – тоже. Ученые не знают, как львы сигнализируют друг другу о том, что настало время идти на охоту, но львы явно это делают.

А возможно ли, что рыбы сигнализируют о своем намерении охотиться? Рассказ лучше всего будет начать с морского тезки льва – с крылатки[482]. Эти рыбы получили свое название за «гриву» из длинных лентовидных ядовитых грудных плавников, но задним числом их можно было бы назвать так же за их стиль совместной охоты. Исследование двух видов крылаток, проведенное в 2014 году, описывает хорошо заметную демонстрацию расправленных плавников, используемую как сигнал другой особи о желании поохотиться вместе. Заявляющая о своем желании рыба приближается к другой особи, опустив голову вниз и расправив грудные плавники, затем в течение нескольких секунд совершает быстрые волнообразные движения хвостовым плавником, сопровождаемые медленным помахиванием грудными плавниками по очереди. Рыба, к которой обращен сигнал, почти всегда отвечает взмахами плавников, и пара отправляется охотиться. Охота в этом исследовании включала загон сотрудничающей парой более мелких рыб в угол с использованием удлиненных грудных плавников, после чего следовали поочередные нападения на жертв. Демонстрация выглядела одинаково у обоих видов крылаток, и сотрудничающие рыбы иногда образовывали смешанные пары обоих видов. Скооперировавшиеся охотники действовали успешнее, чем крылатки, охотящиеся в одиночку[483]. Они нападали по очереди, деля трофеи со своим партнером по охоте. Делиться добычей

имело смысл, поскольку эгоизм очень скоро отбил бы желание сотрудничать.

Стиль охоты золотистых зубастых барабулек[484] еще больше напоминает стиль охоты львов: здесь членам команды назначаются различные роли. Эти стройные обитатели рифов длиной до 30 сантиметров, обычно окрашенные в желтый цвет, но способные менять его в сторону розовых и голубых оттенков, охотятся организованными группами, которые включают загонщиков и засадчиков. Загонщики выгоняют добычу из щелей, где та скрывается, а засадчики отрезают ей пути к спасению[485]. Координируя различные, но дополняющие друг друга роли, барабульки выработали весьма сложный метод совместной охоты.

Рыбьи охотничьи союзы могут быть и еще сложнее. Груперы и мурены комбинируют тактики крылаток и барабулек, используя сигналы, чтобы сообщить о своих желаниях или намерениях, и берут на себя взаимодополняющие роли для поимки добычи. Первое описание этого поведения появилось в 2006 году, когда Редуан Бшари и трое его коллег описали, как странствующие груперы[486] из Красного моря используют быстрые колебания всем телом, чтобы пригласить гигантских мурен[487] поохотиться вместе с ними. Эти двое товарищей по команде плывут по рифу, словно друзья на прогулке. Исследователи наблюдали множество случаев таких взаимодействий и могли сказать, что груперы и мурены, работавшие в команде, поймали больше рыб, чем любой из этих охотников в одиночку. Причина этого успеха – взаимодополняющие роли, которые играют эти рыбы[488]. Гигантская мурена (*Gymnothorax javanicus*) способна преследовать рыб в узких щелях на рифе, тогда как групер успешнее работает в открытой воде, окружающей кораллы. Бедной жертве не остается шанса на спасение.

Наиболее впечатляющий аспект обмена сигналами между групером и муреной является одним из наименее очевидных: он происходит без физического присутствия конечной цели. Добычи просто нет в тот момент, когда групер сигнализирует мурене о своем намерении отправиться на охоту. Групер (и, возможно, мурена) предвосхищает и создает будущее событие. Это представляет собой еще один пример планирования. Комментируя явление сотрудничества, приматолог и специалист по поведению животных Франс де Вааль поинтересовался, правда ли есть хоть что-то, чего не может делать рыба, добавив: «Если это необходимо для выживания, высокоинтеллектуальные решения доступны таким непохожим на нас животным, как рыбы»[489].

В 2013 году другая команда исследователей открыла

разновидность обмена информацией и совместной охоты у груперов из Красного моря и их партнеров; только на сей раз сигнал весьма сильно напоминал то, что мы делаем, чтобы сообщить о местоположении скрытого объекта: указание на это место. Странствующие груперы и их близкие родственники леопардовые груперы[490] пользуются сигналом «стойка на голове» для указания местоположения спрятавшейся добычи партнерам по совместной охоте нескольких видов – гигантским муренам, рыбам-наполеонам и синим осьминогам (*Octopus cyanea*). Хотя контекст сходен, этот жест существенно отличается от колебания всем телом, потому что стойка на голове действительно указывает на рыбу или какое-то другое съедобное существо, которое просто спряталось и недосягаемо для групера. Это делает жест референциальным; до этого момента, помимо людей, он приписывался лишь человекообразным обезьянам и воронам – двум группам, известным как Эйнштейны животного мира.

Сигнал «стойка на голове» удовлетворяет пяти критериям референциальных жестов[491]. Их предложили биологи Саймон Пика и Томас Баньяр, основываясь на исследованиях информационного обмена у воронов:

1. Он направлен на объект (добыча, скрывающаяся в трещине рифа).
2. Он исключительно коммуникативен и механически неэффективен (то есть с его помощью не происходит поимки добычи).
3. Он адресован потенциальному получателю сигнала (например, мурене, губану или осьминогу).
4. Он вызывает добровольный ответ (например, мурена подплывает и ищет добычу).
5. Он демонстрирует намеренность действия.

Это прекрасный момент. Указание пальцем расценивается как ключевой навык в обмене информацией и социальном поведении и представляет собой критически важную веху в развитии ребенка. Когда ребенок указывает на что-либо пальцем, он выступает инициатором совместного внимания, то есть хочет, чтобы вы обратили внимание на интересующий его объект, на который он указывает.

Груперы были очень терпеливыми, иногда ожидая 10 или даже целых 25 минут над указанным местом. Иногда партнер по охоте (например, мурена) был слишком далеко, чтобы заметить указующий жест групера. В таких случаях исследователи были свидетелями того, как групер подплывал к мурене и исполнял

колебания телом. Приглашение часто срабатывало: мурена плыла вместе с групером к трещине, в которой пряталась добыча.

При дальнейшем исследовании в условиях неволи та же самая команда пришла к заключению, что способности групперов к совместным действиям выигрышно смотрятся по сравнению с таковыми у шимпанзе. Групперам предоставляли на выбор возможность охотиться с одним из двух реалистичных муляжей мурен (фотографий в натуральную величину, ламинированных прозрачной пластмассой и управляемых при помощи скрытых тросов и блоков). Один из муляжей был успешным напарником, который спугивал добычу, тогда как другой плыл в противоположном направлении. В первый день испытаний групперы не оказывали никакого предпочтения ни одному из муляжей. Но ко второму дню они выявили успешного партнера и по частоте своих предпочтений отличались от шимпанзе в лучшую сторону[492]. Когда пища была вне досягаемости и ее получение требовало сотрудничества, групперы также не менее успешно, чем шимпанзе, определяли, когда им нужно было привлечь партнера по работе, и показывали верный результат в 83 % попыток. Рыбы успешнее, чем обезьяны, понимали, когда в партнере по работе не было нужды.

Означает ли это, что групперы так же умны, как шимпанзе? Нет. Как же можно просто сравнить этих двух животных, когда обезьяна живет на суше и имеет хватательные руки, тогда как у рыбы ничего этого нет? Это показывает лишь одно – когда это диктуется потребностями, рыба способна на разумное и гибкое поведение. Александер Вэйл думает, что совместные охоты коралловых групперов и мурен можно рассматривать как своего рода использование социального орудия: «Шимпанзе может найти палочку и извлечь ею мед из дупла. У групера совсем нет рук, и он не может взять палку. Но он может целенаправленно обмениваться информацией, чтобы управлять поведением представителя иного вида, обладающего признаком, который ему нужен»[493]. Талантливый популяризатор науки Эд Йонг подытожил все это очерком, озаглавленным «Когда твоя добыча в норе и у тебя нет палки, воспользуйся мурено̀й».

Демократия

С моей точки зрения, красота охотничьих союзов групперов заключена в их осознанной целенаправленности. В этом случае два рыбьих ума согласованно работают над тем, чтобы довести свои желания и стремления до приемлемого результата.

Другой случай, когда индивидуальные желания лежат в основе выстраивания социальных взаимодействий, – это использование коллективного принятия решений. «Одна общая особенность, которую мы наблюдаем в группах животных от косяка рыб до стаи птиц и группы приматов, – то, что они продуктивно “голосуют”, решая, куда идти и что делать, – говорит Иэн Коузин, эволюционный биолог из Принстонского университета. – Когда одна рыба направляется к потенциальному источнику пищи, другие рыбы голосуют своими плавниками, решая, стоит ли следовать за ней», – добавляет он. Этот в высшей степени демократический процесс помогает животным принимать решения как единой группе, что лучше, чем решение ее любого, отдельно взятого члена[494].

Выгода от согласованного принятия решения состоит в том, что скорость и точность решений часто возрастает вместе с размером группы, потому что животные эффективно объединяют разнообразную информацию, которой обладают члены группы. Например, золотистые шайнеры, которых обманывают, менее склонны к совершению ошибок, когда плавают группой. Похоже, что группы либо объединяют информацию в виде ответа квалифицированного большинства, либо следуют за несколькими опытными особями или лидерами[495].

Решения, за кем следовать, могут также быть продиктованы внешностью отдельных рыб. При прочих равных условиях более здоровая, более сильная рыба знает, как позаботиться о себе, и потому может рассматриваться как лучшая для принятия решений особь, чем более слабая и хилая. Способна ли рыба разделять сородичей таким образом? Чтобы исследовать этот вопрос, объединенная команда биологов из Швеции, Великобритании, США и Австралии разработала эксперименты, в которых колюшки[496] помещались в центр плексигласового резервуара, где находились два совершенно одинаковых укрытия из привлекательных камней и растительности, расположенные в противоположных концах резервуара. У задней стенки резервуара пара пластмассовых моделей колюшек «плавала» от центра к противоположным убежищам – их тянули с постоянной скоростью по направляющей из хирургической нити. Одной из моделей в паре был придан более здоровый вид, чем другой. Например, более крупная модель выглядела физически здоровее, чем ее меньший двойник, – казалось, будто она лучше искала корм и дольше оставалась в живых; более толстая модель с надутым брюшком также казалась питающейся лучше, тогда как модель с темными пятнами была похожа на особь, зараженную

паразитами.

Колюшки вели себя так, словно загодя заглянули в план исследований[497]. Когда две модели демонстрировались всего лишь одной рыбе, она следовала за имеющей более здоровый вид моделью к ее укрытию с 60 %-й вероятностью. Результаты устойчиво улучшались с ростом группы – до 80 % и более в группах из десяти колюшек. Это пример принятия решения на основе консенсуса.

Для изучения демократии у рыб было разработано и более хитроумное приспособление. «Роборыба», реалистично выглядящий плавающий робот в виде рыбы, на которого реагируют естественным образом рыбы вроде гольянов, помогает ученым получить дальнейшее представление о ценности коллективного поведения. И если одиночные колюшки подвержены влиянию лидера – «роборыбы», ведущего себя неадекватным образом (движущегося навстречу хищнику), ответ кворума в стае большего размера обычно позволяет избежать этой ловушки[498]. Если же неправильно ведет себя достаточно много рыб, остальные с большей вероятностью последуют за «отступниками». Точно так же маленькая стайка одного из видов гамбузий[499] будет следовать за «роборыбой» в коридор экспериментального Y-образного лабиринта, где ждет хищник, тогда как более крупная стая с большей вероятностью не позволит роботу ее возглавить и вместо этого выберет более безопасный коридор[500]. Пара слов о реалистичных и поддельных моделях и муляжах: одно то, что рыбы реагируют на них, еще не подразумевает того, что они воспринимают их как настоящих. Также имейте в виду, что рыбы находятся в искусственных условиях и чуждом окружении. По этой причине они зачастую должны акклиматизироваться к неволе на протяжении недель или даже месяцев, прежде чем станут достаточно спокойными, чтобы вести себя «нормально». Особо чувствительные рыбы могут распознать искусственную модель как нечто неправильное, но желание избежать пугающего стимула может пересилить их сомнение.

Миротворчество

Столкновения с хищниками – не единственная опасность, с которой имеют дело животные. Рыбы должны бороться с конфликтами внутри собственного вида, но из-за того, что ранения и смерть – плохой исход событий, если нужно выживать и размножаться, настоящая физическая борьба между

конкурентами случается редко[501]. Как и другие животные, рыбы часто пользуются ритуализованными демонстрациями силы и «мужества», чтобы избегать более серьезного физического конфликта, влекущего риск ранения одного или обоих соперников[502]. Рыбы применяют самые разнообразные тактики, чтобы внушить другой особи мысль о том, что драка – не лучшая идея. Они стараются выглядеть как можно крупнее, растопыривая плавники, раскрывая жаберные крышки или поворачиваясь боком, чтобы продемонстрировать себя во весь рост. Гулкие звуки подчеркивают размер и силу, тогда как удары хвоста, гонящие волну на соперника, добавляют физическое воздействие к этим демонстрациям с бряцанием оружием. Другие способы приукрашивания себя включают встряхивание головой, изгибы тела, выставление напоказ ярко окрашенных частей тела или демонстрацию изменения цвета[503].

Все это нужно не только для того, чтобы продемонстрировать агрессивность. Умиротворение часто осуществляется у рыб тем же способом. Эффективная умиротворяющая демонстрация включает выставление напоказ уязвимых частей тела – тактика, усиливающая достоверность жеста, когда, например, волки подставляют горло, а обезьяны – гениталии. Довольно агрессивная территориальная цихлида, трофеус Мура[504], успокаивает другую особь демонстрацией дрожания, включающей показ ярко выраженной желтой полосы вокруг уязвимого брюха рыбы[505].

Если угрожающая ситуация все равно накаляется, цихлиды могут выступать в роли миротворцев. Так происходит в случае с золотым меланохромисом (*Melanochromis auratus*), тоже цихлидой, но уже из другого африканского озера – Ньяса (Малави). В условиях неволи эти красавцы цвета сливочного масла с черными продольными полосами на боках, окаймленными белым цветом, выстраивают линейную иерархию доминирования, и большая часть взаимодействий происходит между соседями по рангам. Самец будет активно вмешиваться в споры между самками. Он прерывает препирательства, при этом не оказывая поддержки ни одной из конфликтующих сторон. Если одна из самок незнакома ему[506], он выказывает ей благосклонность; было выяснено, что его вмешательство увеличивает возможность закрепления новой самки в группе. Конечно же это самое желанное пополнение для самца, который получает новую потенциальную брачную партнершу.

Иерархии у животных часто выстраиваются в соответствии с размерами тела – у более крупных особей ранг выше. Как в случае с альфа-самцом оленя, который собирает гарем

и стремится не допустить спаривания других самцов с «его» самками, в некоторых обществах рыб только самый крупный самец получает возможность образовать пару с доступной самкой. Если подчиненный самец уступает в размерах более крупной рыбе менее чем на 5 %, он рискует столкнуться с необходимостью сразиться с более крупным самцом. Проигрыш может столкнуть его на несколько ступеней вниз в очереди на размножение. Что же тогда делать маленькой рыбке? В замечательном шоу по самоограничению самцы бычков разных видов ограничивают свое потребление пищи, чтобы сохранить за собой выгодное место в очереди[507].

Но сидящие на диете бычки – вовсе не ангелы; ограничение может приносить долгосрочные выгоды. В их социальных группах, которые насчитывают по дюжине рыб или около того, бычок обычно продвигается вверх по социальной лестнице, только когда умирает вышестоящая особь. Поскольку показано, что диета может способствовать долголетию у некоторых животных[508], ограничение питания может также стать хорошей долгосрочной стратегией для того, кто собирается размножаться.

В социальной среде способность к сдержанности и дружеским чувствам по умолчанию подразумевается даже у самых воинственных существ. Однажды жалость заставила Лори Кук из Тампы, штат Флорида, спасти нескольких сиамских бойцовых рыбок-петушков (также широко известных по своему родовому названию *Betta splendens*)[509], сидевших поодиночке в чашках в местном сетевом магазине Vollmart. Она хорошо заботилась о рыбах, поселив их в маленьком прудике на заднем дворе. По мере того как среди местного населения укреплялась ее репутация друга рыб, росла ее коллекция петушков, потому что ей приносили ненужных рыб изо всех окрестностей. В дальнейшем она также приобрела нескольких самок в магазине PetSmart по доллару за штуку (самки петушков мало интересуют большинство покупателей домашних питомцев, потому что они не агрессивны, и мы воспринимаем их как невзрачных существ).

Опыт Лори с этими рыбами бросает вызов их репутации воинственных существ. Каждое утро, когда она отправляется их кормить, они собираются у края пруда в ожидании пищи. Поскольку петушки – тропические существа, и даже температуры Южной Флориды могут оказаться слишком низкими для них, в более холодные месяцы она использует аквариумный нагреватель. Несмотря на то что Лори содержала множество поколений сиамских бойцовых рыбок, многие из которых – самцы, она замечает: «Я никогда не видела, как сражаются два самца, и не находила признаков случившихся драк вроде укусов

или искалеченных плавников».

Почему же эти предположительно воинственные рыбы столь пассивны? Вероятно, потому, что худой мир лучше доброй ссоры. Одна из проблем драк самцов петушков друг с другом – искусственность неволи, которая препятствует естественному стремлению «проигравшего» бежать. Усилия подчиненной особи по разрядке ситуации путем самоустранения блокированы, у доминирующей рыбы создается возможное впечатление, что ее соперник передумал и желает сражаться снова. Я подозреваю, что именно поэтому состязания, устроенные в аквариуме, могут, как говорят, закончиться смертельным исходом.

Умственные способности петушков помогают им избегать опасных поединков. Исследования Руя Оливейры и его коллег из Института прикладной психологии (ISPA) в Лиссабоне установили, что соперничающие самцы отслеживают действия других самцов в конфликтах и демонстрируют большее почтение известным им победителям, чем проигравшим. Самцы, наблюдавшие состязания других самцов, меньше стремились приближаться и демонстрировать себя самцам, которых они видели побеждающими, чем самцам, которых наблюдали проигравшими[510]. В то же самое время в отношении рыб, которых они *не видели* ни победителями, ни проигравшими, такого рода деления не было.

Обман

При всей сдержанности, сотрудничестве и миротворчестве в рыбьем царстве вам простительно думать, что каждая рыба – своего рода ангел. Но не спешите. Как мы уже видели в случае с симбиозом чистильщика и клиента, любая форма сотрудничества или социального взаимодействия открывает возможности для манипуляции ради личной выгоды. Как и люди, рыбы используют головокружительное множество зрительных и поведенческих трюков, чтобы обманывать других. Под водой достаточно хвостатых прохвостов.

Некоторые способы обмана – это простые уловки, позволяющие избежать обнаружения хищниками. В самый уязвимый период своей жизни, будучи мелкой молодью, многие виды рыб подражают другим существам, которые оповещают о своей ядовитости кричащей расцветкой. Форма тела и окраска молодого перистого платакса[511] поразительно похожи на таковые у ядовитого плоского червя, а черные пятна на жемчужно-белом фоне превращают молодого леопардового

групера (*Cromileptes altivelis*) в двойника другого вида ядовитых плоских червей. Имитация поведения может усиливать обман. В 2011 году Годегард Копп из Геттингенского университета снял фильм о превосходном примере рыбьей мимикрии у побережья Индонезии. Пока Копп снимал ползущего по песку в поисках корма осьминога-имитатора[512], который сам по себе является мастерским имитатором других морских организмов, он заметил (с трудом) покрытого черным мраморным узором *Stalix histrio*, рыбку из семейства опистогнатовых, мелькающую среди щупальцев осьминога. Рыба обладала точной окраской и отметинами головоногого[513] и усиливала свой камуфляж, ориентируя тело параллельно щупальцам осьминога. Ученые, сообщившие об этом союзе[514], предположили, что обман позволяет рыбе, которая обычно проводит большую часть своей взрослой жизни рядом с безопасной норой в песке, совершать рискованные вылазки дальше от своего логова, чтобы искать пищу в относительной безопасности[515]. Это один из немногих известных случаев, когда имитатор имитирует имитатора.

Приспособления для мимикрии и камуфляжа пригодны не только для избегания хищничества: сами хищники используют их, чтобы подкрадываться к добыче. В пресных водах Южной Америки и Африки рыба-лист[516] в процессе эволюции приобрела способность подражать мертвым и гниющим листьям, которые плавают или погружаются на дно. Благодаря комбинации визуального и поведенческого обмана эти терпеливые охотники ловят маленьких рыбок, которые подплывают слишком близко. Рыбы-листы занимают стратегическую позицию, дрейфуя или замирая в воде, чтобы оптимальным образом сливаться с уже имеющимися листьями. Их грудные плавники усиленно работают, чтобы сохранять рыб в нужном положении. Неровный мясистый вырост на подбородке[517] выглядит словно подгнивший черешок – лакомый кусочек для ничего не подозревающего бычка. Как только мелкая рыбка оказывается в пределах досягаемости, хищник всасывает ее. Все кончено менее чем за четверть секунды.

Некоторые цихлиды из рода *Nimbochromis* в восточноафриканском озере Ньяса (Малави) имитируют смерть, якобы беспомощно ложась на бок на дне озера. Когда любопытная рыба-падальщик подплывает, чтобы изучить добычу, «труп» стремительно оживает, схватывая и проглатывая любопытного исследователя[518].

Флейторылы сочетают две популярных детских игры, чтобы подкрадываться к жертвам: они играют в прятки, разъезжая на спинах у рыб-попугаев. Мелких рыбешек, которых они надеются поймать, не беспокоит вегетарианец рыба-попугай, и они

зачастую оказываются не в состоянии заметить флейторыла, который внезапно соскальзывает с него и нападает на любую добычу, оказавшуюся в пределах досягаемости[519]. Флейторылы также присоединяются к проплывающей мимо стае более мелких рыб[520], и возможной добыче становится труднее обнаружить их, потому что они скрываются внутри толпы. Эта хитрость впечатляет сама по себе, но я нахожу не менее восхитительной терпимость, которую проявляют сообщники, среди которых они скрываются и которые, похоже, не напуганы этим хищником в своих рядах.

Проживающим в вечной темноте океанских глубин глубоководным удильщикам не нужно прятаться[521]. Но они знамениты собственным фирменным способом обмана в виде спинного плавника, который работает как убедительная рыбацкая приманка. Вероятно, вы слышали о рыбах-удильщиках, чьи причудливые формы и разверстые пасти напоминают мне горгулий, украшающих фасады средневековых церквей. Возможно, вы не знали, что только у самок природа вытянула спинной плавник[522] в нитевидный стебель, который специалисты называют *иллиций* (латинский корень этого слова означает «соблазнять» или «вводить в заблуждение»), на конце которого располагается светящаяся приманка, или *эска*[523]. Глубоководные удильщики – разнообразная группа, насчитывающая около 120 видов, и они искушают добычу множеством способов, которые потягались бы с любым рыбацким ящиком для приманок. Некоторые приманки напоминают червя, которого рыба-удильщик заставляет жалобно извиваться, подергивая мускулами в основании стебелька. У видов, населяющих мелководья, эти приманки ярко окрашены. У глубоководных рыб-удильщиков, живущих за границей проникновения света в воду, приманки сменили цвет на свет, производимый биолюминесцентными бактериями, живущими в специальных камерах, находящихся внутри выроста. У некоторых видов кончик эски снабжен линзой, которая преобразует подвижный вырост в сложный трубчатый световод – это ответ природы на волоконную оптику. У другого вида[524] приманка извивается внутри рта рыбы-удильщика, «решая судьбу» какой-нибудь мелкой рыбки, которая, ни о чем не подозревая, рискнет забраться внутрь (или какой-нибудь довольно крупной рыбы, если уж на то пошло, потому что удильщики способны проглотить добычу размером с самих себя).

Знает ли удильщик о том, что обманывает жертву, когда шевелит своей приманкой из спинного плавника? Это одна из трудностей в любом вопросе, касающемся мышления животных.

Скептик может утверждать, что рыба совершенно не осознает, что делает, указывая на насекомых, которые используют мимикрию для обмана птиц и других потенциальных хищников. Я не желаю унизить насекомых, но рыбы-удильщики, рыба-лист и флейторыл – не представители группы беспозвоночных. Они – полноправные члены лиги позвоночных, обладающие мозгом, чувствами, биохимией и умом, приличествующими данному статусу. Жизнь рыбы в чернильном мраке глубин требует значительной изобретательности и умений, особенно когда ее добыча – другие позвоночные, тоже обладающие умом.

Итак, мы рассмотрели, как рыбы воспринимают свой мир, как они чувствуют физически и эмоционально, каковы их мысли и социальная жизнь. Главный вывод, который мы можем сделать, изучив вопрос о том, кого знает рыба: рыбы – индивидуумы, обладающие мышлением, памятью и инстинктами, способные планировать, узнавать других особей и учиться на основании опыта. В некоторых случаях у рыб имеется культура. Как мы уже увидели, они также демонстрируют преимущества объединения усилий с представителями как своего, так и иных видов.

Есть один важный аспект социальной жизни рыб, который мне еще предстоит исследовать, и это – главная цель всех живых организмов: сделать так, чтобы их стало больше[525]. Когда настает время, репродуктивный инстинкт бросает вызов одной из основных потребностей – поиску пищи. В соответствии со своим разнообразием, рыбы изобрели целый океан способов размножения и родительской заботы.

Часть VI
Как рыба размножается

Пятачок: «Как пишется слово “любовь”?»

Пух: «Любовь не пишут, ее чувствуют».

Приписывается А. А. Милну[526]

Сексуальная жизнь

> *Рыбы… характеризуются уровнем сексуальной пластичности и гибкости, который является непревзойденным среди других позвоночных.*
>
> *Тавамани П. Сексуальность у рыб* [527]

В полном соответствии с поразительным разнообразием форм, рыбы обладают широким спектром систем брачных отношений: в общей сложности их тридцать две[528][529]. У них столько же различных вариантов и стратегий репродуктивного поведения, сколько обнаружено у всех прочих позвоночных, вместе взятых[530]. Существуют рыбы, склонные к промискуитету, полигамии и моногамии, в числе последних – такие, что заключают брак на всю жизнь. В зависимости от своей сексуальной тактики самец рыбы может содержать гарем, охранять территорию, нереститься в группе, «похаживать налево», ждать своего часа в роли подчиненного самца или совершать акты сексуального пиратства. Самки, как мы увидим далее, тоже далеко не пассивные статистки.

Подавляющее большинство рыб демонстрирует знакомую форму сексуальных отношений под названием *гонохоризм* (раздельнополость), когда особь является либо самцом, либо самкой на протяжении всей жизни. Но вы можете догадаться, что при этом подразумевается: существует множество рыб, которые пересекают границу между полами[531]. По каким-то причинам жизнь на рифах особенно сильно способствует росту разнообразия сексуальных проявлений. Более четверти всех рыб на рифе могут менять пол с самца на самку и наоборот без дорогой хирургической операции. Другие рыбы выбирают подход в стиле унисекс, одновременно или последовательно склоняясь в сторону мужской и женской идентичности.

Больше всего видов, которые одновременно производят и сперматозоиды, и яйца (*синхронные гермафродиты,* для любителей научного жаргона), встречается в бездонной тьме морских глубин. Возможность оплодотворять самих себя[532] – это очень полезная адаптация там, где перспективы обнаружить другую особь вашего вида окутаны почти таким же мраком, как сама среда жизни. Рыбы, меняющие пол (*последовательные*

гермафродиты), не так ограничены условиями и получают выгоду, приобретая различный пол в зависимости от возраста и размера. Например, при системе размножения, в которой самец может единолично обладать многими самками[533], часто выгоднее начать жизненный путь как самка, а затем вырасти и стать самцом, более крупным и более способным оказать физический отпор на вызов со стороны конкурентов[534]. Часто все более молодые представители вида – самки, а хозяин положения – владеющий гаремом самец. В иных случаях цепочка подчинения совершенно иная: очередь более мелких самцов, ожидающих будущей перспективы стать размножающимися самками[535].

Широко известные амфиприоны, знаменитые по мультфильму «В поисках Немо», при поддержании социального уклада полагаются на размер, иерархию и смену пола. Они живут группами из двух крупных и нескольких более мелких особей. Более крупные особи – размножающаяся пара; та из них, что крупнее, – это половозрелая самка. Подчиненные особи, поголовно самцы, занимают ранги в соответствии с размерами. Хотя рыбы более низкого ранга могут быть такого же возраста, как нерестящаяся пара, доминирующее поведение половозрелых особей препятствует росту и развитию субординантных. Ханс и Симона Фрике, которые изучили эту строгую систему брачных отношений, описали низкоранговых самцов как, по сути, психофизиологически кастрированных особей[536]. Каждый из них сохраняет свое место в очереди до тех пор, пока не появится работа в управляющей компании. Если гибнет размножающаяся самка, главный самец меняет пол на женский, а следующую по величине рыбу в группе подчиненных особей ждет повышение до главного самца. Так что в семье рыб-клоунов у подчиненного самца всегда есть надежда. (Все это указывает на погрешность в сюжете мультфильма «В поисках Немо»[537]. Фактически, когда Немо потерял свою маму, его папа Марлин должен был стать его новой мамой.)

Рыбы, меняющие пол, ведут себя соответствующим образом, проявляя типично мужское или типично женское половое поведение в соответствии с текущей гендерной ролью. Пластичность полового поведения может также наблюдаться у рыб, которые обычно не меняют пол, но подверглись гормональным манипуляциям. Как это происходит у рыб, пока до конца не понятно, но результаты полевых и лабораторных наблюдений позволяют предположить, что некоторые костные рыбы (в отличие от хрящевых акул и скатов) обладают сексуально бипотенциальным мозгом, который может управлять двумя типами поведения, в отличие от большинства других

позвоночных, которые имеют дискретную сексуальную дифференциацию мозга и могут проявлять только типичное для своего пола половое поведение[538][539].

Способность отдельной рыбы менять пол показывает, насколько непостоянным может быть разделение полов в природе. Если вы склонны отслеживать тенденции в обществе, то знаете, что и у людей границы между полами становятся все более размытыми. По мере того как расширяются наши возможности отстаивать права на свою истинную гендерную идентичность, мы невольно становимся в этом отношении более похожими на рыб.

Художественное соблазнение

Как только вы узнали, какого пола вы сами, встает второй вопрос – кто будет вашим брачным партнером. Это совсем не простое решение. Половой партнер должен быть тем, кто предоставит вторую половину генов, которые получат ваши дети, поэтому вы хотите, чтобы они были хорошего качества. В этом очень помогает владение способами оценки достоинств и желанности предполагаемого брачного партнера. Здесь в игру вступает ухаживание. Мы назначаем свидания, обедаем вместе, ходим на танцы, обмениваемся подарками и используем другие способы, чтобы прощупать почву еще до брака. Точно так же, но по-своему поступают многие рыбы, которые соблазняют предполагаемых партнеров танцевальными движениями, любовными песнями и чувственными прикосновениями. А еще, как минимум у одного вида рыб, – искусством.

Как правило, мы не думаем о рыбах как о художниках – по крайней мере, не имеем в виду чего-то иного, кроме пассивно созданных художественных работ, которые можно разглядеть в узорах и красках, демонстрируемых многими рыбами на своих телах. Но искусство – это именно то, что удивило опытного японского ныряльщика и фотографа Ёдзи Оокату во время погружения у южных берегов Японии. На глубине около 24 метров на песке раскинулся симметричный круговой узор шириной 1,8 метра. Он состоял из концентрических волнистых колец, с расходящимися от центра лучами. Все выглядело так, словно великан высотой в сто пятьдесят метров забрался в океан и оставил на песке отпечаток своего пальца.

Заинтригованный тем, что могло бы создать этот изящный курьез[540], Ооката вернулся через несколько дней вместе со съемочной группой, и загадка вскоре была разгадана.

Геометрически правильные «круги на полях» были созданы мелким и весьма невзрачно выглядящим самцом иглобрюха[541]. Вибрируя хвостовым и грудными плавниками, 13-сантиметровый иглобрюх проводит несколько дней, создавая свой шедевр. Он осматривает его в ходе работы, украшая творение кусочками мелких раковин и кораллов, которые ломает во рту перед тем, как уложить их в борозды.

С тех пор были обнаружены узоры, сделанные многими самцами иглобрюха. Среди них не найти пары одинаковых. Возможно, у этих построек есть несколько функций. Они в первую очередь привлекают самок иглобрюхов, которые, если все сложится хорошо, откладывают свою икру во внутреннем круге. Борозды помогают предотвратить унос икры течениями, а расколотые ракушки, вероятно, дополнительно способствуют этому, одновременно обеспечивая маскировку икры. Похоже, что самцы, строящие более сложные круги, пользуются большим успехом в размножении, что двигает вперед эволюцию этого сложного искусства. Маленький японский иглобрюх мог бы считаться рыбьим Пикассо, но он – не единственный среди рыб, использующих песок как материал для художественного самовыражения. Подобно самцам австралийских птиц-шалашников, которые знамениты сложными постройками, создаваемыми, чтобы привлекать и оказывать впечатление на самок, самцы некоторых цихловых рыб также возводят постройки, стараясь сделать их как можно более привлекательными для самок, чтобы улучшить собственные перспективы в создании пары[542]. Сравнение с постройками птиц вовсе не поверхностное. У рыб постройки функционируют главным образом как промежуточные станции для демонстраций, ухаживания и нереста, во многом напоминая постройки их дальних пернатых родственников. Почти сразу же после того, как икра отложена, самки забирают ее в рот и уплывают в более безопасное место для ее инкубации[543][544].

Как рыба создает свою постройку? Будучи лишенными хватательных конечностей, самцы цихлид должны воспользоваться собственными ртами, чтобы захватывать и укладывать песок, и плавниками, чтобы их взмахами разбрасывать его. Каждый вид строит сооружения различной конструкции – от простых ямок до арен с лучеобразно расходящимися «спицами» и похожими на вулкан замками из песка, возвышающимися над дном на фут или больше, с площадкой для ухаживания на вершине. Высота или глубина этих подводных сооружений косвенно свидетельствует о здоровье самца и качестве его генов. Двигатель, запускающий эти усилия

самцов, – разборчивые самки, которые способны определять малейшие отклонения в качестве самца. Когда самки предпочитают создавать пару с самцами, обладающими наилучшими архитектурными навыками, владение строительным искусством получает преимущество из поколения в поколение.

Самцы колюшек также пользуются ртом для постройки своих «беседок» для брачных игр (их форма поразительно напоминает таковую у некоторых птиц-шалашников), но в помощь себе они используют дополнительный инструмент. В их почках производится особое клейкое вещество[545]. Когда приходит время украшать дом, самец выделяет этот клей в виде нитей из анального отверстия и использует его для прикрепления кусочков листьев, травы и прядей водорослей к своему гнезду. В ходе исследования трехиглых колюшек у западного побережья Швеции Сара Эстлунд-Нильссон и Микаэль Хольмлунд из Университета Осло отметили, что самцы выбирали водоросли необычной окраски, чтобы украсить вход в свое гнездо: это явное художественное оформление. Когда исследователи разложили поблизости разноцветные тонкие полоски фольги и блестки, самцы рыбы, не теряя времени даром, подобрали их и использовали в качестве украшений. Более яркие гнезда привлекали больше самок, несмотря на то что были хуже замаскированы от хищников. Люди и шалашники – не единственные существа, которые любят блестящие побрякушки[546].

Фальшивый оргазм и проглоченная сперма

Художественное творчество – лишь один из способов завоевать брачного партнера. Другой – это уже хорошо знакомая старая тактика: обман. Как мы уже видели, рыбы не прочь пустить в ход маленькие хитрости.

В случае с самкой кумжи (*Salmo trutta*) они принимают форму фальшивого оргазма. Выкопав в песке углубление, служащее гнездом, самка обычно выметывает икру, энергично дрожа всем телом в присутствии охваченного любовной страстью самца. Улучив момент и не упуская свою возможность, находящийся рядом самец следует за инициирующей нерест самкой, неистово дрожа и испуская молоки в воду. Но иногда он становится жертвой обмана: дрожь не сопровождается выметом икры. Неясно, почему самка форели может практиковать такой обман. Одна из возможных причин состоит в том, что она проверяет силы самца. Кроме того, самка могла и решить, что этот самец ей

не пара, и стремится привлечь других в надежде обнаружить отца получше. Данный вид репродуктивного конфликта обычен в природе. Самец может позволить себе оплодотворить яйца многих самок выделяемой в избытке дешевой спермой, и оставшейся все равно хватит для других самок[547]. Самка, напротив, может поступить лучше, если у нее будет несколько отцов для драгоценной икры: это повышает шансы того, что часть ее будет оплодотворена наилучшими самцами[548][549].

Самки кардиналок[550] выработали собственный способ обмана. Или нет? Самцы защищают икру самок, осторожно нося ее во рту. Это великое самопожертвование со стороны отца, поскольку он должен воздержаться от еды в течение этого критического периода репродуктивного цикла. Иногда это оказывалось непосильным бременем для голодающего самца, и, бывало, он глотал всю порцию икры одним большим глотком[551]. Применяя хитрость, чтобы уменьшить вероятность этого неприятного исхода, мамочки-кардиналки откладывают множество лишенной желтка «фальшивой» икры наряду с настоящей. Выдвигается теория о том, что эти фальшивки обманывают папашу, заставляя его думать, будто у него во рту находится больше будущего потомства, и из-за этого кладка более достойна заботливой охраны. Я нахожу эту интерпретацию неубедительной, поскольку она предполагает эксплуататорское партнерство, когда столь же успешным может быть добросовестное. Возможно, мы обнаружим, что самки производят так называемые «трофические яйца», чтобы вознаградить самцов за их вклад, а самцы отличают ненастоящие икринки от оплодотворенных, поедают первые и сохраняют вторые[552]. В конце концов, оплодотворенная икра также содержит и вклад самца.

Среди разнообразных цихлид озера Малави именно самцы поддразнивают своих партнерш при помощи «икряных» стимулов, но на сей раз в форме имитации икры. Прежде чем забрать икру в рот, самка откладывает ее на субстрат. Чтобы способствовать процессу оплодотворения, самец носит на своем анальном плавнике узор в виде желтых пятен, создавая иллюзию маленькой кучки икры[553]. Перед этой маленькой кучкой самка просто не может устоять. Приблизившись к репродуктивным органам самца, самка всасывает значительную часть молок, которые он извергает, и они могут лучше оплодотворить икру, уже находящуюся у нее во рту[554]. Это было описано как очевидный зрительный обман[555], но я сомневаюсь в том, что «яйцевые» пятна самца действуют скорее как уловка, чем как стимул. Процесс размножения в равной степени жизненно важен и для

самок, и для самцов, поэтому вполне возможно, что самка не столько обманута, сколько возбуждена соблазнительным визуальным сигналом самца.

Оральный секс играет самую непосредственную роль в оплодотворении у панцирных сомиков коридорасов (*Corydoras),* популярных рыб в аквариумистике. Самка пьет молоки прямо у самца, обхватывая своим ртом его половое отверстие. Сперма стремительно проходит по пищеварительному тракту самки, и она выпускает ее на свежеотложенную кучку из примерно тридцати икринок, которые держит между своими брюшными плавниками.

Я не единственный, кто задался вопросом о том, как сперматозоиды не разрушаются пищеварительными ферментами самки. Этому помогает то, что семенная жидкость проходит по кишечнику самки с удивительной скоростью[556]. Японская команда исследователей замерила время прохождения семенной жидкости у двадцати двух самок, впрыскивая порцию синего красителя в рот самке в тот момент, когда она всосала сперму самца[557]. Затем они ждали, когда голубое облако появится из анального отверстия самки. (Так к утрате интимности момента добавилось еще и унижение.) Долго им ждать не пришлось. Среднее время составило 4,2 секунды!

Эти мелкие сомики обладают и другой адаптацией, которая может облегчить быстрое прохождение спермы и ее выживание в кишечнике самки. Они используют кишечное дыхание воздухом, заглатывая воздух на поверхности и быстро пропуская его через свой кишечник. Так что пищеварительная система *Corydoras* оказывается преадаптированной для прохождения спермы через тело быстро и без повреждений.

Почему же рыбы идут на такие причудливые меры для оплодотворения икры? Оба родителя знают, чьи гены объединяются, и это хорошо, если брачный партнер был выбран тщательно. Дополнительное преимущество для самца – в том, что он знает: это его сперма, и икру самки оплодотворяет только она. Какими бы ни были конечные преимущества, питье молок явно приносит пользу сомикам, поскольку оно, как полагают, возникло как минимум у двадцати видов.

Кишечник самки может быть далеко не самым необычным местом для оплодотворения; а как насчет внутренностей беспозвоночных? Один из самых изящных примеров симбиоза включает любопытное соглашение о размножении, которое заключили друг с другом горчаки, мелкие рыбки из европейских ручьев, и двустворчатые моллюски. Когда наступает брачный сезон, самка горчака находит двустворчатого моллюска

перловицу из рода *Unio* соответствующего размера для кладки икры. Как же она помещает икру внутрь плотно сжимающей свои створки перловицы? Будущие мамочки-горчаки используют длинную, похожую на шланг трубочку яйцеклада, чтобы поместить свою икру прямо в сифон перловицы – орган, который сам по себе напоминает трубку и используется моллюском для фильтрования воды и пищи. Как только икра оказалась внутри перловицы, самец горчака выпускает свои молоки рядом с отверстием сифона, и часть их засасывает моллюск. В течение следующих дней оплодотворенная икра горчака проклевывается, и молодь развивается в безопасной колыбели из живого моллюска[558].

Все это хорошо для горчака, но какова же польза двустворчатому моллюску от пребывания инкубатором и есть ли она вообще? Ответ состоит в том, что двустворка не выпускает наружу мальков горчака, пока ее собственные личинки не созрели в достаточной степени. Личинки двустворчатого моллюска временно прикрепляются к молоди рыб, которая предоставляет им услугу по распространению[559]. Подобно цепким семенам некоторых растений, которые прикрепляются к шерсти животных (и к нашей одежде) и так распространяются, личинки двустворчатых моллюсков получают фору в поиске богатого кормом нового места, где можно поселиться. Одно хорошее дело достойно другого[560].

Манипуляция с феминистским уклоном

Я видел изображения самок горчака, закачивающих свою икру в святая святых внутренностей моллюска, словно через шланг подачи топлива в бензоколонке, и мне было интересно, представляет ли она себе, насколько эксцентричен ее способ воспроизводства. Похоже, она должна инстинктивно понимать, что делать, если только не узнавала об этом, наблюдая за другими нерестящимися самками.

Брачное поведение самца мексиканской моллиенезии (*Poecilia mexicana*) выглядит менее подчиненным инстинкту, поскольку он меняет свое поведение в соответствии с социальными условиями, а именно – обманывает конкурирующих самцов, изображая, будто его привлек кто-то другой. Самцы моллиенезий обладают совокупительным органом под названием «гоноподий» – придатком, который поддерживается костью и функционирует как половой член[561]. Самец может сигнализировать о своем сексуальном интересе к самке, покусывая ее и вытягивая

гоноподий в ее сторону. В исследовании под руководством Мартина Плата самцам мексиканской моллиенезии показывали пару самок – при сторонних наблюдателях и без них[562]. Вначале самцы были размещены поодиночке в аквариумах с парой самок, и им позволили показать свои предпочтения. На следующей стадии эксперимента самцов вновь ссаживали вместе с теми же самыми двумя самками, но за половиной самцов теперь наблюдал конкурирующий самец, помещенный в прозрачный цилиндр в задней части аквариума.

Контрольные самцы, за которыми никто не наблюдал (цилиндр в задней части аквариума был пуст), не показывали никаких изменений в предпочтении самок. Однако почти все самцы, за которыми наблюдал конкурент, начали вести себя так, словно они предпочитали ранее не выбиравшуюся ими самку. Они переключались с более крупной на мелкую мексиканскую моллиенезию и даже предпочитали самке своего собственного вида близкородственную амазонскую моллиенезию (*Poecilia formosa*).

Полагают, что самец моллиенезии делает это с целью отвлечь внимание конкурента от действительно более желанной самки[563][564]. Более ранние исследования установили, что на самцов моллиенезии оказывают влияние предпочтения конкурентов, в том числе переключение с мексиканских на амазонских моллиенезий. Уловка может быть направлена на дальнейшее снижение конкуренции, потому что находящиеся рядом самцы могут воспользоваться этой открытой информацией, чтобы скопировать фальшивый выбор брачной партнерши исходного самца. Отвлекая внимание конкурирующих самцов на другую самку, первый самец улучшает свои шансы с предпочитаемой брачной партнершей, увеличивая долю ее икры, которую он с большей вероятностью оплодотворит.

Есть в этой истории с манипуляциями у моллиенезий и феминистический уклон. В отличие от своих близких родственников, мексиканских моллиенезий, самки амазонских моллиенезий принадлежат к виду, состоящему только из самок; самцов у них просто нет[565]. Существует несколько других видов животных, у которых существуют только самки – среди пресмыкающихся, земноводных, рыб и птиц. Эти виды называются партеногенетическими, потому что для оплодотворения их яиц не нужно никакой спермы[566]. Но у амазонских моллиенезий ситуация еще специфичнее: они могут производить оплодотворенные яйца, только если спарились с самцом моллиенезии другого вида. Хотя акт спаривания необходим для того, чтобы вызвать беременность, это случай «упрощенной

версии донорства спермы» для самцов, чей сперматозоид не оплодотворяет яйцеклетки самки. Поэтому самцы моллиенезий, которые спариваются с амазонскими моллиенезиями, – жертвы чистой воды обмана[567].

Вы можете задаться вопросом о том, почему естественный отбор допустил спаривание самцов с самками, у которых их сперма пропадает впустую. Полагают, что эти самцы получают выгоду, усиливая свою привлекательность для самок мексиканской моллиенезии. Некоторые рыбы, в том числе моллиенезии и их близкие родственники гуппи, известны тем, что осознают общие тенденции, и мексиканские самки часто копируют выбор, сделанный их амазонскими родичами.

Рыбы с большими достоинствами

Моллиенезии – всего лишь один, хотя и довольно причудливый, пример среди множества рыб, у которых оплодотворение является внутренним. Большинство рыб размножается без копуляции, но существует множество исключений. Все самцы пластиножаберных рыб (акулы и скаты) обладают птеригоподиями – совокупительными органами, которые самец вводит в генитальное отверстие самки при спаривании. Среди костных рыб гоноподием обладают самцы рыб, относящихся к семейству Poeciliidae, которое объединяет гуппи, моллиенезий, пецилий и меченосцев[568].

Значительную часть времени гоноподий направлен назад[569], но при необходимости его можно изгибать в различных направлениях. Я помню лабораторию поведения животных на старших курсах учебы в институте, где мы отмечали, как часто возбужденные самцы гуппи демонстрируют «размахивание гоноподием» и «сигмовидные демонстрации» – C- или S-образную позу тела, призывающую к спариванию. Ярко окрашенные самцы взмахивали своими гоноподиями, словно волшебными палочками, явно стараясь произвести впечатление на самок. Хотя гуппи были крохотными – в большинстве своем всего лишь 2,5–5 сантиметров в длину, – их гоноподии составляли около одной пятой от длины их тела (позволю вам посчитать самим), делая их легко наблюдаемыми и поддающимися оценке как для студентов, так и для самок гуппи.

Рыбы из семейства фалостетовых (Phallostethidae; буквально «половой член на груди») также размножаются с копуляцией. Это мелкие (до 3,5 сантиметра в длину), скромно выглядящие существа, насчитывающие двадцать три вида. Полупрозрачные,

они живут в солоноватых водах Юго-Восточной Азии. Они получили название за мускульно-костный копулятивный орган – приапий, находящийся под горлом у самцов. Да, вы все поняли правильно. У некоторых видов приапий даже сопровождается полностью функциональным яичком[570][571]. Другая особенность приапия – зазубренный крючок, ктенактиний, который зацепляется за самку и удерживается в таком положении во время полового акта. Тщательные анатомические исследования подтверждают, что этот примечательно сложный аппарат происходит из тазового пояса и брюшных плавников[572].

Свидетельством важности спаривания с внутренним оплодотворением выступает тот факт, что эволюция оказалась способной отказаться от пары полезных плавников в обмен на помощь в копуляции. Это еще и дань тайне жизни: ведь предки этих рыб, похоже, великолепно обходились без приапиев. Никто не знает, почему половые члены переместились к головному концу тела рыб. Смею предположить, что обладание пенисом, расположенным рядом с глазами, скорее всего, позволяет самцу фаллостетовых рыб точнее приближаться к самке для его введения.

Что самки рыб думают о частях тела самцов рыб? И, ближе к теме, имеет ли размер значение в мире рыб? Похоже, что это верно для гамбузий[573], у которых гоноподий может достигать 70 % от длины тела самца. Биолог Брайан Лангерганс из Университета Вашингтона в Сент-Луисе проверил теорию о том, что «размер имеет значение», помещая самок гамбузий в аквариум и проецируя на каждую его сторону изображение самца. У одного из самцов изображение гоноподия подвергалось фотоманипуляции, чтобы он выглядел длиннее, чем у другого. В каждой из попыток самка плыла к самцу с более длинным органом[574]. Но природа всегда поступает эффективно и накладывает ограничения на крайности, и в обладании большими мужскими достоинствами для самцов гамбузии есть свой риск. Так же как павлин, обремененный хвостом на 0,6 метра длиннее, чем у конкурентов, с большей вероятностью стал бы жертвой хищника еще до того, как получить хотя бы шанс размножаться, гамбузии с более крупным органом более уязвимы для врагов. Крупные гоноподии вызывают большее трение о воду, облегчая поимку их носителей. Соответственно самцы, живущие в полных хищников озерах, обладают гоноподиями меньшего размера, чем самцы в более безопасных водах.

Уделяя особое внимание рыбам, практикующим спаривание, я не желаю принизить те многочисленные виды рыб, у которых икра и молоки выбрасываются в воду для так называемого

наружного оплодотворения. Оно осуществляется у рыб множеством различных способов. Позвольте мне привести всего один пример: сложное гнездовое и брачное поведение морских миног[575], бросающее вызов стереотипному ярлыку «примитивные», который клеят на этих древних бесчелюстных. Подобно лососям, они являются анадромными мигрантами – имеют в своем жизненном цикле морскую и пресноводную стадии. Во время нереста они массой движутся вверх по течению рек, чтобы построить гнездо диаметром 0,6–0,9 метра. Брачная пара пользуется своими ртами-присосками, чтобы поднимать и перетаскивать камни, складывая их в кучу выше по течению относительно гнезда. Во время брачных игр самка хватается за камень ртом, самец схватывает самку за головой, затем обвивается вокруг нее своим телом, после чего они оба энергично вибрируют. Это движение перемешивает мелкий песок, который облепляет выпускаемую икру, помогая ей опуститься в гнездо. Затем родители отцепляются друг от друга и начинают снимать камни над гнездом и укладывать их на стороне гнезда ниже по течению. Это поведение преследует две цели: рыбы взрыхляют песок, который еще сильнее покрывает икру, и укрепляют гнездо, гарантируя, что икра останется на месте[576]. Родители повторяют весь этот процесс, пока вся икра не будет отложена[577]. В итоге пара оказывается настолько истощенной, что история любви заканчивается как у Ромео и Джульетты: рыбы вскоре гибнут[578][579].

Как обычно, то, что мы знаем о половом поведении рыб, – лишь малая часть того, что происходит на самом деле. Из тех видов, которые были изучены, многие содержались в искусственных условиях, что дает преимущество в виде удобства изучения, но может иметь неприятные последствия – изменение форм полового поведения, легко протекающих в дикой природе. Например, в условиях неволи лимонный центропиг[580] не проявляет форм ухаживания, обычно связанных с содержанием гарема[581]. Мы можем лишь догадываться, какие чудеса ждут своего открытия или навсегда должны остаться скрытыми в глубинах.

Но есть одна вещь, которую мы знаем: у многих рыб воспроизводство не заканчивается нерестом. Есть потомство, которое нужно выращивать, и в некоторых случаях мы наблюдаем творческий подход к решению этой проблемы.

Формы родительской заботы

> *Ни один человек на свете не бесполезен, если он хоть кому-нибудь помогает жить*[583].
>
> *Чарльз Диккенс. Наш общий друг*[582]

Когда мне было восемь лет, учитель показал нам фильм о лососях, которые совершают эпическое путешествие из океана обратно в родной ручей, чтобы оставить потомство и умереть. Мы должны были написать сочинение по фильму. Моя мама сохранила то, что написал я. Вот отрывок[584]:

> Должно быть много икры, потому что у лосося много врагов, и вся икра могла бы быть съедена. Через несколько нидель или около того осталось бы только 15 икринок. За месяцу [мальки] откормятся и вырастут достаточно большим, чтобы мы узнали, что это лосось. Вдруг появилось что-то большое и поплыло к ним, и все рыбки поплыли чтобы спасти свою жизнь. Но многих из них поймали и съели это была большая щука.

Насколько я могу припомнить, тот фильм создал у меня впечатление, что жизнь лосося – неослабевающая суровая борьба. Однако я проявил достаточно здравого смысла, чтобы сделать вывод о том, что, когда они «мечют икру, можно подумать, что они дерутся, но насамом деле это доставляет им настоящее удавольствие». Несмотря на то что попытки маленького мальчика выразить факты иногда выглядели очень смешно, этот фильм внушил мне как минимум еще одно неправильное представление о жизни рыб. Несмотря на то, чему нас учат, – «лососи заканчивают свой жизненный цикл и гибнут, оставив потомство в своем родном ручье»[585], – на самом деле некоторые самцы и самки поворачивают назад и возвращаются в море, чтобы восстановить нормальное состояние и продолжить взрослую жизнь; могут пройти годы, прежде чем они вновь почувствуют потребность размножаться[586].

Фильм также заставил меня думать, что рыбы не заботятся о своих детях. Но в действительности забота о потомстве появилась у рыб в процессе эволюции многократно (и независимо). Представители примерно каждого четвертого

семейства рыб проявляют хотя бы какую-то заботу об отпрысках[587]. Их усилия различны по продолжительности: от защиты только икры до заботы о молоди на протяжении всех наиболее уязвимых первых недель жизни. Много видов рыб, в том числе акул, являются яйцеживородящими, то есть рождают живых детенышей. У некоторых акул есть плацента для обеспечения питания развивающихся зародышей через пуповину, прежде чем они родятся[588].

Несмотря на это сходство с воспроизводством у млекопитающих, рыбы не кормят своих детенышей молоком. Тем не менее у некоторых видов на поверхности тела выделяются вещества, которые служат стартовым кормом их потомству[589]. Лучше всего известен дискус[590], популярный вид аквариумных цихлид из Южной Америки. На протяжении нескольких недель заботы об их развивающихся мальках родители-дискусы позволяют своему потомству питаться мукусом, слизью, которая покрывает их тело[591]. Она образуется на специализированных утолщенных чешуйках на боках родителей[592]. Это снабжение кормом, способствующим повышению иммунитета: слизь обогащена антимикробными веществами, которые помогают защищать малышей от заразных болезней. Ученые обнаруживают, что иммуномодуляторы – не такая уж редкость у рыб. Из рыбьей слизи было выделено новое семейство пептидных антибиотиков, называемых *писцидинами* (в переводе – химические соединения, относящиеся к рыбам)[593][594].

Вкуснейшая слизь – не единственная замена молока в рыбьем царстве. Помните те неоплодотворенные «трофические» икринки, которые самки кардиналок откладывают для самцов, вынашивающих икру во рту? Многие виды акул снабжают своих развивающихся зародышей до рождения трофическими яйцами в качестве дополнительного источника питания. Один из видов сомов[595] в озере Малави известен тем, что кормит свою свободноплавающую молодь трофическими яйцами. Мальки располагаются возле анального отверстия матери и поедают их по мере того, как она выметывает их в воду. Быстрая сервировка икры.

Охрана икры

Прежде чем появятся на свет рыбьи дети, ожидающие этого момента родители берут на себя задачу по охране икры. Одно из ее решений состоит в том, чтобы, собственно, охранять икру. Верные своей воинственной природе помацентровые рыбы – это

родители, энергично защищающие потомство. Ныряя в течение часа на маленьком рифе у Ки-Ларго во Флориде, я стал свидетелем совсем не многих агрессивных взаимоотношений между рыбами, и почти во всех случаях участвовали занятые преследованием чужаков желтохвостые хризиптеры (*Chrysiptera parasema*). Тирни Тис, мировой эксперт по рыбам, описывает свою встречу с помацентрами, защищающими кладку икры[596]. 13-сантиметровая рыбка несколько раз подряд хрюкнула, предупреждая Тис, когда она приблизилась, чтобы получше разглядеть рыбу. Когда у рыбы не получилось отогнать огромную ныряльщицу, она бросилась вперед, «схватила большую прядь моих волос своими крошечными зубами и дернула их… так сильно, что я непроизвольно взвизгнула от боли, и этот крик немедленно сменился бульканьем, когда я рассмеялась и залила водой свою маску». В других случаях родители могут прятать свою икру, строя гнезда или укрытия разных типов, в том числе ямки, сложные постройки из растительных материалов и плоты из пузырьков воздуха, выдутых с помощью специализированной слюны. *Stegastes leucorus*[597] подходит к этому вопросу особо тщательно. Брачная пара очищает участок для кладки икры, обдувая его водой с песком. Родители набирают песок в рот и с силой выплевывают его на выбранную поверхность камня. Затем они расчищают это место взмахами плавников. Наконец, они удаляют все песчинки, которые еще цепляются за поверхность камня, собирая их ртом[598].

Другой практичный подход к улучшению выживания икры состоит в том, чтобы носить икру с собой. Это может принимать форму ее транспортировки во рту или переноски в выводковой сумке, чем особенно известны морские коньки. У обладающих удивительным камуфляжем трубкорылов[599], населяющих тропические воды Индийского океана, брюшные плавники самки сливаются вместе[600], и получающаяся сумка функционирует как колыбель; у «настоящих» игл-рыб, родственниц морских коньков, выводковая сумка имеется у самцов. Самец куртуса[601] с Новой Гвинеи носит икру своей брачной партнерши, висящую, словно гроздь винограда, на выросте у него на лбу. Один придонный сомик из Гвианы фактически приклеивает к себе икру[602]. Родитель прижимается к массе икры таким образом, чтобы последняя прочно прикрепилась к коже[603], пока эмбрионы не разовьются в достаточной степени, чтобы покинуть эту необычную матку[604].

Южноамериканские цихлиды под названием «парагвайские акары»[605] откладывают свою икру на отдельном листе, который они тщательно выбрали для этого. Самец и самка из брачной

пары часто «проверяют» листья перед тем, как метать икру: они тянут, приподнимают и поворачивают выбираемые листья, стараясь найти наиболее соответствующие всем параметрам. После нереста оба родителя охраняют икру. Если их побеспокоить, акары-родители часто хватают за один конец лист, на котором находится их икра, и торопливо тянут его в более безопасное место.

Я особенно восхищен копеллой Арнольда[606], которую называют «плещущей тетрой» за эксцентричную форму ухода за икрой. Вместо того чтобы откладывать икру на опавших с деревьев листьях, как это делают парагвайские акары, эти крепко сложенные рыбы откладывают ее на воздухе, на свисающие над водой листья. Будущие родители встают параллельно друг другу вертикально под самым урезом воды; затем, по почти незаметному сигналу, длящемуся доли секунды, они прыгают вверх, обычно в унисон, на выбранный лист. Каждый прыжок завершается тем, что две рыбы оказываются перевернутыми вверх тормашками и извергают молоки и примерно дюжину икринок. Какой тонкий расчет! Несколько дюжин прозрачных (и хорошо замаскированных) икринок оказываются прикрепленными одной группой на выбранном листе. Я читал, что прыжок может быть до 10 сантиметров в высоту, но просмотр съемок демонстраций этого поведения указывает на то, что эти харацинообразные могут прыгать значительно выше. Они могут также выиграть больше времени на кладку икры, цепляясь за листья в течение нескольких секунд.

Инкубационный период очень короток – еще и потому, что отец должен работать на пределе, чтобы сохранять икру влажной. Он ловко бьет хвостом, брызгая водой на массу икры. Это, должно быть, крайне утомительная работа, потому что брызгать приходится с минутными интервалами на протяжении двух или трех дней, пока икра не проклюнется и новорожденные рыбки не упадут в воду[607].

Когда я сталкиваюсь с любопытными формами поведения животных вроде этой, я не могу не поинтересоваться тем, как они возникают. Как рыба перешла от кладки и ухода за икрой в воде к диковинной привычке откладывать ее на листьях и обрызгивать водой? Конечно, ответ должен быть таким: постепенно и поэтапно. Возможно, в местах обитания неких древних харацинообразных существовал охотящийся с помощью зрения хищник, который мешал им откладывать икру на подводных листьях. Затем другие формы прессинга со стороны хищников могли бы заставить предприимчивую пару выбираться из воды «по пояс» и откладывать уже клейкую икру на низко свисающие

листья прямо над поверхностью воды. Со временем, возможно, загнанные на еще большую высоту более целеустремленными водяными хищниками, харацинообразные совершенствовали свое умение прыгать. Каждому шагу этого пути должно сопутствовать появление определенных преимуществ, в противном случае поведение не получило бы поддержки в популяции на генетическом уровне.

Копеллы Арнольда – не единственные рыбы, которые помещают свою икру вне воды. Различные виды литорали, населяющие приливно-отливную зону, специализируются на инкубации икры вне воды, обвивая во время отлива кладки икры своими длинными телами и сохраняя маленькую лужицу воды, в которой находится икра[608]. То, что рыба может лежать на открытом воздухе в течение многих часов, защищая свое будущее потомство, многое говорит о силе ее родительской преданности.

Иные стратегии защиты икры вне воды включают покрывание ее водорослями, зарывание в песок и укрывание среди камней. Это может давать преимущества: более высокую температуру инкубации, более высокую концентрацию кислорода и меньшую вероятность нападения хищников[609].

Не проглатывать!

Самый остроумный метод, который изобрели рыбы для защиты своего потомства, пока оно пребывает в самом юном и наиболее уязвимом возрасте, – держать его в родительских вместительных ртах. Инкубация икры во рту, которая подразумевает вынашивание во рту икры или свободно плавающих мальков, возникла как минимум в девяти семействах рыб на четырех континентах[610]. При инкубации, когда семья под угрозой, рыба-родитель может подать сигнал опасности, медленно повернувшись головой вниз. Молодняк подплывает, оказывается всосанным в рот родителя, а обратно наружу выходит, лишь когда опасность миновала. Похоже на рвоту, только наоборот.

Рыбы семейства цихлид – специалисты по инкубации икры во рту: 70 % из примерно 1700 известных видов используют свой рот как детские ясли. Большое разнообразие и успех семейства цихлид могут отчасти объясняться наличием этого приспособления. Вероятно, из-за того, что во рту можно разместить лишь ограниченное количество мальков, численность выводка у цихлид меньше, чем у многих других рыб. Но меньший размер семьи вполне компенсирует большее количество мальков,

выживших в раннем детстве.

В число самых известных групп рыб, инкубирующих икру во рту, входят представители рода петушков (*Betta*), который насчитывает больше семидесяти видов. Некоторые петушки охраняют свой молодняк в гнездах из воздушных пузырьков, которые могли бы быть эволюционными предшественниками инкубации во рту. Гнезда из пузырьков используются в стоячих водах, где и живут петушки, строящие воздушные гнезда. Они держат икру и развивающийся молодняк одновременно в безопасном и влажном месте, близко к богатой кислородом атмосфере. Но в текучей воде, как в ручье, за гнездом из воздушных пузырьков очень трудно ухаживать. Пока родители строят гнездо из пузырьков, они манипулируют икрой при помощи рта, поэтому отсюда остается лишь маленький эволюционный шаг к удержанию икры во рту. Можно представить себе, как рыба-предок, вынужденная переселиться в новое речное местообитание, наблюдая, как уплывают ее пузырьки, в отчаянии обнаруживает, что все сложится гораздо лучше, если она будет держать все самое ценное у себя во рту.

У вынашивания икры во рту есть и другие преимущества. Рыба, строящая гнездо из пузырьков, привязана к этому гнезду и не может отплывать далеко от своего хозяйства, не рискуя потерять икру или мальков. Рыбы, вынашивающие потомство во рту, могут плавать куда захотят, чтобы найти безопасное место для себя и своего выводка. И икра хорошо снабжается кислородом за счет потока воды, омывающего ее при каждом вдохе.

Вынашивание икры во рту не просто умно придумано: это еще и достойный поступок. Обычно родители, вынашивающие потомство во рту, отказываются от пищи в течение всего времени, пока у них во рту находит кров икра или молодь. Это вовсе не пустяк, потому что период вынашивания потомства во рту может длиться месяц или больше. Неудивительно, что известны случаи, когда инкубирующие рыбы голодали до смерти[611].

И это может быть еще более достойным поступком. Родитель продолжает брать пищу в рот, но она не проглатывается – по крайней мере, не проглатывается родителями. Вместо этого кусочки еды скармливаются малькам, пока те прячутся во рту любящего родителя. Например, как показано в исследовании трофеусов Мура в озере Танганьика, матери уплывают в тихие места озера, чтобы на протяжении примерно месяца вынашивать потомство. В течение этого времени к ним в кишечник не попадает пища[612], но темпы ее поиска возрастают, чтобы соответствовать потребностям растущих мальков. Столь явное самоограничение должно занять одно из высочайших мест

в животном мире.

Хорошие папаши

Если не брать во внимание трофеусов Мура, кто же берет на себя львиную долю работы по уходу за детьми у рыб? Папы[613]. В отличие от положения дел на суше, где значительную часть родительских обязанностей часто взваливают себе на плечи матери, у рыб распределение ролей обычно меняется на прямо противоположное. Самки неизбежно продолжают тратить ресурсы на производство икры, но самцы обычно берут заботу о ней на себя. Так что именно отец у петушков строит гнездо из воздушных пузырьков и охраняет развивающуюся икру до тех пор, пока не выведутся мальки. Чувствуя опасность, именно он машет грудными плавниками рядом с поверхностью воды, создавая волну, которую может ощутить молодняк[614]; почувствовав ее, мальки подплывают к отцу, чтобы оказаться в безопасности в его ротовой полости.

Роль самца в инкубации икры во рту настолько значительна, что в некоторых случаях его морда изменялась в процессе эволюции, чтобы лучше подходить к выполнению этой задачи. Когда были тщательно исследованы головы девяти видов кардиналок, оказалось, что у самцов морды и челюсти были длиннее, чем у самок[615]. Далее исследователи высказали мнение, что роль рта в инкубации молодняка накладывает ограничения на другую важную функцию рта у этих рыб – на дыхание. Когда драгоценное пространство занято многочисленным потомством (и все эти мальки сами извлекают кислород из воды), потребление кислорода заботливой рыбой находится под угрозой. Это породило предсказания о том, что кардиналок может ожидать мрачное будущее. Вот что сказал Дэвид Беллвуд из Школы морской и тропической биологии в Университете имени Джеймса Кука в Квинсленде, Австралия: «Инкубация икры во рту делает их более уязвимыми к последствиям изменения климата. По мере того как температура океана повышается, эта рыба должна дышать больше; и самое последнее, что ей при этом нужно, – полный рот потомства, нуждающегося в кислороде»[616].

Отцы-чемпионы среди рыб – морские коньки и их ближайшие родственники иглы-рыбы. Эти самцы подошли к состоянию беременности настолько близко, насколько это возможно. Самка откладывает свою икру в брюшную сумку самца, где он оплодотворяет ее и вынашивает, пока не выведется

потомство[617]. «Роды» сопровождаются сокращениями и изгибами тела, призванными исторгнуть молодняк из сумки.

У этой системы «беременный папа» есть существенные плюсы. С чисто репродуктивной точки зрения отец получает двойную выгоду: (1) уверенность в отцовстве и (2) большее количество его мальков, доживающих до независимости, чем если бы они были просто брошены, чтобы в одиночку встречаться с опасностями жизни в море. Уверенность в отцовстве – вовсе не пустячный вопрос в живой природе. И если матери – в обмен на существенные энергетические затраты на беременность и выращивание потомства, когда последнее уместно, – совершенно наверняка знают, что этот молодняк их собственный, то отцы редко могут быть уверены в этом. По иронии судьбы, такая андроцентрическая система опеки фактически передает самке неуверенность в собственном родительстве. Генетические исследования показывают, что доля единобрачия у самцов морских коньков может составлять всего лишь 10 %, и были обнаружены самцы, вынашивающие икру от целых шести самок. Есть, однако, свидетельства того, что самки также играют в числа[618], подкладывая икру более чем в одну выводковую сумку самца.

Помощники

Неуверенность в отцовстве – лишь одно из препятствий в реализации репродуктивного потенциала. Нехватка ресурсов для того, чтобы обосноваться и вырастить собственную семью, – еще одна проблема. Гнездовые участки, доступная пища, подходящие брачные партнеры – всего этого может не хватать, и это может вести к значительным компромиссам.

Будучи аспирантом, я встречался раз в неделю с небольшой группой специалистов в области экологии поведения, чтобы обсудить самое последнее исследование кооперативного гнездования у птиц. Разнообразие этого явления настолько велико, что ему были посвящены целые курсы и несколько книг. Кооперативное размножение происходит, когда одна или несколько неразмножающихся взрослых особей отказываются от возможности размножаться ради помощи в исполнении родительских обязанностей другой взрослой паре птиц. Размножающаяся пара часто, хотя и не всегда, является родителями своих помощников. Кооперативное размножение известно у нескольких сотен видов птиц, в том числе у тимелий, соек, зимородков и птиц-носорогов[619][620].

Я прослушал тот курс в 1989 году. Любопытно, что никто и никогда не упоминал о кооперативном размножении у рыб, даже когда явление уже было зарегистрировано за несколько лет до этого у цихлиды принцессы Бурунди (скоро мы расскажем о ней поподробнее). В настоящее время кооперативное размножение известно у значительно меньшего числа рыб (всего лишь дюжина видов или около того), чем птиц (примерно 300 видов) или млекопитающих[621] (120), но относительная скрытность жизни рыб означает, что эта особенность может оставаться неоткрытой еще у многих других видов.

Лучше всего известные рыбы с кооперативным размножением – цихлиды, известные изобретатели. Помощники исполняют самые разнообразные задачи, касающиеся ухода и защиты икры и молоди – такие, как очистка и обмахивание плавниками икры и мальков, удаление песка и улиток с места размножения, защита территории родителей[622].

Полагают, что поведение помощников у птиц и млекопитающих эволюционировало посредством родственного отбора (кин-отбора)[623]. Если возможности вырастить собственную семью ограничены, скажем, из-за недостатка подходящих гнездовых участков, то будет больше смысла в том, чтобы помочь родственникам, чем просто ждать какое-то время и не делать ничего. Помощь повышает приспособленность помощника, принося пользу родственникам, у которых есть общие с помощником гены. Помощь также дает ценную тренировку. Как будущий родитель, вы с большей вероятностью преуспеете в требующем многих усилий искусстве постройки гнезда, инкубации, кормления молоди и защиты гнезда, если до этого прошли полный курс обучения.

При этом вы все равно должны собраться с силами и вырастить собственное потомство, если позволят обстоятельства. Для птиц свидетельство в пользу этого получено в ходе изучения сейшельских камышовок[624], которые начинали проявлять поведение помощников только после того, как при их завозе на новый остров все самые лучшие гнездовые участки оказывались занятыми[625]. Как только захват территорий завершился, последовали компромиссы. Работают ли помощники-рыбы так же лишь потому, что у них попросту нет лучшего выбора? Швейцарские исследователи из Бернского университета организовали проверку этой так называемой гипотезы экологических ограничений в тщательно продуманном исследовании в неволе цихлид принцесс Бурунди, пойманных в южной части озера Танганьика[626]. Принцессы Бурунди – любимцы исследователей, изучающих кооперативное

размножение у рыб. Это мелкие (самые крупные едва дорастают до 13 сантиметров), изящные рыбы с большими глазами, розовато-желтым телом и длинными тонкими плавниками с небесно-голубой каймой. Их социальная жизнь не менее красочна. Помощь в гнездовании включает строительство и постоянный ремонт гнезда, защиту от хищников (с помощью укусов, тарана, растопыривания плавников или жаберных крышек, демонстрации опущенной головы и S-образных изгибов тела), а также успокоение рыб более высокого ранга различными формами поведения подчинения, среди которых дрожь хвоста, демонстрация изогнутого тела и бегство.

В швейцарской лаборатории тридцать две пары были размещены в кольцевом аквариуме объемом 8,6 кубометра, в тридцати двух отсеках для размножения с «запасными отделениями», соседствующими с каждыми четырьмя отсеками для размножения. В дополнение к соответствующему количеству песка в каждом отсеке для размножения и в половине запасных отсеков находилось по две половинки цветочного горшка, служащие укрытиями для нереста. К каждой размножающейся паре (всего 64 рыбы) также была определена смешанная пара помощников, один из которых был крупнее другого и оба меньше, чем размножающиеся рыбы, – в сумме те же 64 помощника. Они были обучены проплывать через маленькие щели в плексигласовых перегородках, отделяющих отсеки для размножения от запасных. Эти щели были слишком маленькими для того, чтобы сквозь них проплыли крупные размножающиеся особи.

Несмотря на потерю ориентации после межконтинентальной перевозки, рыбы вскоре приспособились к своей новой среде. Одна размножающаяся пара сделала кладку икры через пять дней после прибытия, и все остальные, кроме одной из тридцати двух размножающихся пар, сделали как минимум по одной кладке икры в течение эксперимента, продлившегося четыре с половиной месяца.

Помогали ли им помощники, или же образовывали свою собственную семью, когда у них была возможность сделать это? Они создавали собственные семьи. Как и предсказывалось в соответствии с гипотезой экологических ограничений, помощники, у которых был доступ к укрытию для размножения, обнаруженному в доступном запасном отсеке, разбивались на пары с другими помощниками и выращивали собственный молодняк. Более крупные помощники оказывали меньше помощи назначенной им размножающейся паре, а крупные помощники, обладающие доступом к собственному укрытию для размножения,

подросли сильнее, чем те, у которых не было укрытия для размножения; это позволяет предположить, что размеры их тела зависят от социального и репродуктивного статуса.

Из помощников, которые размножались, ни один не образовал пару с другим помощником, изначально назначенным в их отсек для размножения, – вероятно, потому, что вторые помощники были меньше и из-за этого ощущались как менее подходящие для образования пары, чем один из более крупных помощников в соседнем отсеке для размножения. Ни одного случая размножения не произошло в запасном отсеке, где не было укрытия для нереста, что иллюстрирует важность надлежащих условий для размножения.

Это хитроумно разработанное исследование показывает, что для цихлиды принцессы Бурунди, как и для многих птиц, помощь – компромисс, возникающий из-за ограниченности ресурсов в окружающей среде. Это напоминает мне волонтерство в организации или прохождение стажировки в бизнесе как введение в курс дела, прежде чем быть нанятым на работу или организовать собственную компанию.

Помощь другим в выращивании молодняка – благородное дело, но некоторые помощники у принцесс Бурунди могут быть чуть менее благородными, чем остальные, получая от такой сделки несколько больше, чем обучение и косвенный генетический вклад. Генетический анализ диких принцесс Бурунди в Каскалаве (Замбия) показал, что в ходе размножения самки были матерями практически всего своего потомства, а вот размножающиеся самцы приходились отцами менее чем 90 % мальков. В более чем четверти кладок «отметились» также самцы-помощники[627]. Генетические данные, собранные в группах принцесс Бурунди из озера Танганьика, показали смешанное родительство в четырех из пяти исследованных групп[628].

Это не настолько уж и плохие новости для доминирующего размножающегося самца, который в любом случае обычно не обращает внимания на поведение своей брачной партнерши. Зная о том, что у них довольно высокий генетический вклад в выводке, вышедшие за рамки приличий самцы-помощники демонстрируют более энергичную защиту от хищников, нападающих на икру, чем подчиненные особи, не участвующие в воспроизводстве, и склонны держаться ближе к укрытию для размножения[629]. Когда помощники временно не в состоянии оказывать помощь, другие члены группы компенсируют это, усиливая защиту территории. После возвращения на гнездовой участок помощники, которым помешали исполнять свои обязанности, демонстрируют более активную помощь, даже в случаях, когда

ученые не нашли никаких свидетельств того, что размножающаяся пара наказывала их за безделье[630].

Эта динамика не чужда и нашему человеческому обществу. Несмотря на социальные нормы единобрачия и супружеской верности, на свет частенько всплывают грязные делишки; в противном случае у нас не было бы ни понятий «измена», «рогоносец» и «тест на отцовство», ни приемных семей.

За чужой счет

Благородный акт помощи в хлопотах о потомстве проложил путь к своего рода преступлению в мире родительских обязанностей у рыб. Это явление, которое биологи называют гнездовым паразитизмом.

Как и в случае с гнездовыми помощниками, гнездовой паразитизм лучше всего известен у птиц. Это искусство подкладывать свои яйца в чужое гнездо. Гнездовой паразитизм, практикуемый также некоторыми рыбами, земноводными и насекомыми, – это жизненная стратегия «за чужой счет», когда всю работу по защите и выкармливанию молодняка делает кто-то другой. Многие гнездовые паразиты из числа птиц уничтожают яйцо хозяина, когда откладывают в его гнездо одно собственное яйцо. В случаях, когда птенцы хозяина значительно мельче, чем птенец паразита, паразит получает значительную часть корма, и собственные птенцы хозяина могут погибнуть голодной смертью. В наиболее отвратительной форме некоторые гнездовые паразиты, в особенности кукушки, избавляются от яиц или недавно вылупившихся соседей по гнезду, выбрасывая их из гнезда либо убивая острым крючком на клюве кукушонка, который уменьшается через несколько дней[631]. Другие, вроде большой воловьей птицы[632], известны тем, что не вредят птенцам оропендол или кассиков[633], в гнездах которых паразитируют, и существуют свидетельства выгодного обмена, когда птенцы вида-чужака склевывают личинок паразитических оводов со своих соседей по гнезду[634].

Среди рыб лучше всего известные примеры гнездового паразитизма можно обнаружить в крупных африканских озерах, где социальное поведение рыб принимает некоторые из своих самых сложных форм. В озере Малави команда исследователей из Университета штата Пенсильвания, США, нашла свидетельства гнездового паразитизма в одиннадцати из четырнадцати выводков сома кампанго (*Bagrus meridionalis*) со стороны одного из самых обычных видов сомов в озере – эндемика, которого

местные жители называют «бомбе»[635]. Пораженные паразитом выводки кампанго содержали почти исключительно молодь бомбе, и они находились под защитой взрослых кампанго, пока не достигали длины около 10 сантиметров. У кампанго молодь выкармливают и самки, и самцы. Мать снабжает потомство трофическими яйцами, ради которых молодые рыбы с надеждой собираются вокруг ее анального отверстия. Отец собирает беспозвоночных в окружении места жительства рыб, приносит их в гнездо, а затем распределяет среди голодного потомства через жаберные крышки[636]. В пораженных паразитом выводках мальки бомбе кормятся бок о бок с мальками кампанго. Пока еще никому не известно, знают ли юные бомбе режим кормления у своих приемных родителей инстинктивно, или же выучивают его.

Паразитизм сомов бомбе на выводках кампанго может быть скорее исключением, чем нормой. До того как наблюдать гнездовой паразитизм в начале 2007 года, Джей Штауфер задокументировал более 1600 часов погружений в водах озера Малави, но ни разу не был свидетелем этого поведения. Бомбе – вовсе не обыкновенные любители легкой жизни за счет кампанго: они также ухаживают за собственными выводками и яростно их защищают. Однажды Штауфера укусили в руку, когда он нарушил границу и слишком приблизился, чтобы сделать видеосъемку гнезда бомбе.

По крайней мере, бомбе держат себя в определенных рамках в своих паразитических взаимоотношениях с хозяевами-кампанго. В 800 километрах к северо-западу, в озере Танганьика, рыбы, метко названные сомами-кукушками[637], нерестятся прямо над размножающимися цихлидами, и цихлиды покорно вынашивают во рту икру и молодняк сомов[638]. Здесь есть не только смелость, но и вредительство[639]: мальки сомов выводятся из икры раньше, чем молодь рыбы-хозяина, и как только их желточные мешки рассасываются, мальки сомов начинают поедать своих соседей по инкубатору. Когда зоолог Тэцу Сато из Киотского университета сообщил об этом в 1986 году, это стало первым известным для рыб примером истинного гнездового паразитизма, когда молодняк вида-обманщика полностью зависит от родителей, принадлежащих к другому виду.

Если и есть один общий вывод, который мы можем сделать из текущего положения дел в науке о рыбах, то он таков: рыбы – не просто живые, они *существа*. Рыбы – это индивидуумы, обладающие личностью и строящие отношения с другими. Они могут учиться, воспринимать и изобретать что-то новое, успокаивать друг друга и строить планы на будущее. Они способны получать удовольствие, находиться в игривом

настроении, ощущать страх, боль и радость. Рыбы чувствуют и знают. Как же это знание совмещается с нашим отношением к рыбам?

Часть VII
Рыба без воды

Я же – многопальцевое чудовище –
Убил ее в самый разгар дня.

Д. Г. Лоуренс. Рыба[640]

Нелегко быть рыбой, особенно в эпоху людей. Люди ловили рыб с незапамятных времен. За целые эпохи до того, как домашний скот оказался в загонах, обнесенных оградами, рыб ловили на крючок и сетями. Самый старый из когда-либо найденных на данный момент рыболовных крючков был изготовлен 16 000–23 000 лет назад[641]. Самая древняя известная рыболовная сеть была обнаружена в 1913 году финским фермером во время рытья канавы на болотистом лугу[642]; сеть, сделанная из волокна ивы, около 30 метров длиной и 1,5 метра шириной, была датирована при помощи радиоуглеродного метода 8300 годом до н. э.[643].

Я сомневаюсь, что первые рыбаки, забрасывающие свои крючки или сети в мелких водах, беспокоились о том, что могут выловить всю рыбу в том месте, которое, должно быть, казалось им бесконечным океаном, простирающимся за горизонт. И им не было нужды этого делать. Туземные рыбацкие общины жили в гармонии с дикими рыбами на протяжении всей известной истории. Долгосрочное выживание требует поддержания устойчивого равновесия между потребностями рыбаков и самих рыб. Совсем иначе обстоят дела в современном мире, где рыболовство служит не только для добычи пропитания, но и для извлечения прибыли.

В XX веке повсеместно полагали, что воды всего мира содержат неограниченный «запас» рыбы. Несколько лет назад я спас из кучи придорожного хлама старую книгу – «Животные мира» (Animal Life of the World), изданную в 1934 году, в год рождения моей матери. Автор, Г. Дж. Шепстоун, пишет: «Хотя рыбу ежегодно вылавливают в море миллионами тонн, все равно нет никаких признаков того, что этот склад когда-либо опустеет»[644].

Почти так же говорили и о странствующем голубе. Но мы знаем, чем это обернулось[645]. Господин Шепстоун не смог

принять во внимание две тенденции, которые были уже достаточно очевидны в его время. Первая – стабильный рост численности людей на Земле. При прочих равных условиях этот рост выливается в больший объем потребления. Даже если бы потребление рыбы на душу населения осталось неизменным, в наши дни съедалось бы примерно втрое больше рыбы просто потому, что человеческое население Земли со времен издания книги утроилось.

Сегодня потребление рыбы резко выросло у двух самых многочисленных наций. Среднестатистический гражданин Китая ест в пять раз больше рыбы, чем в 1961 году, а среднестатистический индиец – вдвое больше. За полвека численность этих наций также возросла более чем вдвое. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, в среднем один человек в 2009 году потреблял 18,4 килограмма рыбы, почти вдвое больше, чем в 1960-е годы[646]. В Соединенных Штатах Америки потребление рыбы на душу населения осталось довольно постоянным[647], но все равно стоит говорить о значительном приросте, потому что стало больше самих американцев. Также мы скармливаем больше рыбы другим животным, которых едим сами.

Любое представление о том, что это увеличение потребления могло бы отражать рост численности популяций рыб – это иллюзия. Истинное положение дел прямо противоположно ей. Численность рыб во всем мире снижается[648], и количество исчерпанных рыболовецких угодий устойчиво росло с 1950 года[649].

Это ли не парадокс? Как люди могут есть все больше и больше рыбы, когда популяции рыб сокращаются? «Любой, кто думает, что возможен безграничный рост в статичной, ограниченной среде обитания [вроде океанов], – либо безумец, либо экономист»[650], – язвительно замечает британский биолог и телеведущий сэр Дэвид Аттенборо. И здесь мы подходим ко второй тенденции, отсутствующей в расчетах Шепстоуна, – к устойчивому прогрессу технологий. Он полностью преобразовал коммерческое рыболовство. Сегодняшние суда могут отслеживать косяки рыбы с помощью сонара, спутниковой навигации (или GPS), датчиков глубины и подробных карт океанского дна. Некоторые задействуют наблюдательные самолеты, другие используют вертолеты. В море забрасываются сети из прочных и легких синтетических волокон, длиной в несколько километров. Кошельковые неводы длиной в 16 километров и глубиной 230 метров окружают косяки сардин, сельдей и тунцов у поверхности воды. Затем сеть стягивается в нижней части

(образуя кошелек), чтобы ее можно было поднять на борт. При ярусном лове рыбы ярусы с 2500 или больше наживленными вручную крючками (некоторые из них тянутся более чем на 100 километров) взвешены в толще воды на разной глубине под поверхностью или могут быть снабжены грузилами и лежать на дне на глубине 0,8 километра[651]. Огромные лебедки вытягивают улов на палубу.

Самый разрушительный и неразборчивый изо всех методов ловли рыбы – донное траление. Траулер напоминает газонокосилку, снабженную большой сетью с грузами, чтобы захватывать все, что она срезала. Эти сети, оснащенные тяжелыми металлическими роликами, волочатся по морскому дну на глубинах 0,8–1,6 километра, сгребая все на своем пути без разбора. Насчитывающие сотню лет кораллы, в том числе горгонарии, а также губки, создающие жизненно важную среду для нереста рыб, получают серьезные повреждения или разрушаются за один проход трала. Рыбы всех возрастов и размеров, а вдобавок к ним водоросли, анемоны, морские звезды и крабы, оказываются пойманными или гибнут[652]. Знаменитый американский океанограф и лауреат премии TED Prize[653] Сильвия Эрл уподобила траление «использованию бульдозера для ловли колибри»[654].

Сами по себе рыболовецкие суда – уже не столько суда, сколько морские фабрики, оснащенные холодильным оборудованием и консервными линиями для сохранения улова. Когда количество груза достигает предела, они могут передавать улов приемно-транспортным судам, избегая бесполезной траты времени на возвращение в порт. Они остаются в море несколько недель или даже месяцев подряд[655]. И великое множество этих судов-фабрик – более 23 000, весом по 100 тонн или больше – бороздит воды океанов мира[656].

Коммерческий лов рыбы в современную эпоху напоминает ловлю яблок в тазу с водой, только уже руками, а не ртом. У рыб нет шансов. Сегодня то, сколько мы берем, уже ограничивается не тем, сколько мы можем взять сейчас, а тем, сколько останется, чтобы взять потом.

Выращенные

Альтернатива лову диких рыб в море – выращивание их в неволе. Создание рыбных ферм[657] (разновидность аквакультуры, включающей такие виды деятельности, как выращивание крокодилов ради кожи, культивирование

двустворчатых моллюсков ради жемчуга и выращивание морских водорослей) – самая быстрорастущая в мире отрасль по производству пищи животного происхождения, прошедшая путь от 5 % общемирового производства рыбы в 1970 году до примерно половины от общего объема производства в наши дни[658]. Аквакультура[659] работает по тому же самому принципу, что и промышленное разведение наземных животных. Рыбы обычно содержатся в крайне скученном состоянии, получают богатый питательными веществами рацион, составленный для достижения максимально быстрого роста; за этим следуют забой и обработка для потребления людьми. Вместо клеток и клеточных батарей рыбы на фермах сидят в сетчатых садках в морской и пресной воде или же в расположенных на суше резервуарах или водоемах. На форелевых фермах плотность посадки может достигать двадцати семи рыб длиной по 30 сантиметров на объем воды, наполняющий одну ванну[660].

На первый взгляд аквакультура может показаться спасением для рыб в дикой природе. В реальности все гораздо сложнее. Как ни парадоксально, производство рыбы на промышленных фермах не уменьшает давления на дикие популяции рыб. Это происходит из-за того, что основная пища, скармливаемая рыбам на фермах… ну да, это рыба. Люди за обедом отдают предпочтение плотоядной рыбе, чей естественный рацион – рыба помельче. Большая часть мелкой, в том числе непромысловой рыбы, пойманной в морях (вспомните об анчоусах или сельди), поедается не людьми, а рыбами на фермах и промышленно разводимыми свиньями и курами. Более половины производимого во всем мире рыбьего жира скармливается разводимым на фермах лососям, и 87 % используется в аквакультуре[661]. Сколько же рыб нужно для того, чтобы вырастить других рыб до товарного размера? Здесь бывает по-разному. Согласно одному анализу от 2000 года[662], требуется от 0,9 до 2,5 килограмма «кормовой рыбы», чтобы вырастить на ферме 450 граммов плотоядной рыбы вроде лосося, лаврака[663] или обыкновенного тунца. Учитывая меньший размер кормовой рыбы, множество особей этих рыб должно использоваться для поддержания жизни разводимых на фермах видов.

Самая известная из неприметных кормовых рыб – вид, который вы, вероятнее всего, никогда не видели, не слышали о нем и почти наверняка не ели. Менхэден (это название фактически объединяет 2 рода, включающие в себя 7 видов семейства сельдевых) – это неброско выглядящая рыба, населяющая Атлантический и Тихий океаны. Эти рыбы, длиной около 30 сантиметров, с классической формой тела, вильчатым

хвостом и блестящей серебристой чешуей, питающиеся планктоном, были бы подходящим типажом для статьи «Рыба» в иллюстрированном словаре. Люди ловят так много менхэдена, что историк культуры Х. Брюс Фрэнклин окрестил его «самой важной рыбой в море» в одноименной книге (The Most Important Fish in the Sea). Лимит на вылов атлантического менхэдена, наложенный в декабре 2012 года Комиссией по морскому рыболовству атлантических штатов США, уменьшил годовой улов 2013 года на 25 %, то есть на 300 миллионов особей[664]. Об этом говорит предшествующий годовой улов по региону – 1,2 миллиарда особей менхэдена.

Как и треть мирового улова рыбы, менхэдены – не пища для людей. Название «менхэден» происходит от слова коренных американцев, обозначающего удобрение. Их коммерческое использование сведено к получению жира и кормовой муки. Жир менхэдена, выжатый из высушенных рыб, используется в косметике, производстве линолеума, добавок к здоровому питанию, смазок, маргарина, мыла, инсектицидов и красок. Большая часть муки из менхэдена – продукт помола высушенных рыбьих тел – скармливается промышленно разводимой домашней птице и свиньям[665]; некоторая часть также идет на производство кормов для домашних животных и для кормления рыб на рыбных фермах. Только одна из компаний, Omega Protein, по состоянию на 2010 год использовала шестьдесят одно судно, тридцать два разведывательных самолета и пять производственных объектов – и все это исключительно для переработки менхэдена в деньги[666].

Пока дикие рыбы скармливаются рыбам на фермах, последние попадают в меню кое у кого другого: у морских вшей. «Морские вши» – это собирательное название для многих видов паразитических рачков, которые прикрепляются к телам рыб и других морских существ и питаются их живыми тканями[667]. В дикой природе морские вши обычно не представляют значительной угрозы. Но в искусственных условиях высокой скученности, где другая рыба-хозяин находится на расстоянии меньше десятка сантиметров, морские вши процветают. Поскольку они грызут слизь, плоть и глаза рыб, неспособных избежать встречи с ними, рай для морских вшей становится адом для рыб на фермах. Общий показатель смертности в пределах от 10 до 30 % при разведении рыбы на фермах считается приемлемым[668].

Сети, которые удерживают рыб в их морских садках, не препятствуют перемещениям грозных паразитов. В течение своей семимесячной жизни самка морской вши откладывает примерно

22 000 яиц, и они облаками расплываются на километры в окружающих водах, нанося ущерб и диким рыбам, которые оказываются в окрестностях ферм. Вшей считают причиной массовой гибели 80 % дикой горбуши на Тихоокеанском побережье Канады. Каскадный эффект оказал воздействие на все виды дикой природы, зависящие от лососей: на медведей, орлов и косаток[669]. Скученность рыбы на фермах порождает и другие проблемы. Среди них вирусные и бактериальные болезни вроде инфекционного некроза поджелудочной железы (ИНПЖ), вирусной геморрагической септицемии (ВГС) и инфекционного некроза гемопоэтической ткани (ИНГТ), а также ядовитые химические соединения, используемые для их лечения, и концентрированные отходы жизнедеятельности рыб. Все они загрязняют окружающие воды, оказывая воздействие на аборигенных рыб и среду их обитания. Всего лишь одна ферма на озере Никарагуа, где выращивается тиляпия – самая популярная в Соединенных Штатах Америки, разводимая на фермах пресноводная рыба, – по воздействию на природу равна 3,7 миллиона кур, испражняющихся в воду[670]. Множество рыб удирает с ферм через поврежденные тюленями или штормами сети, смешиваясь с рыбами из дикой природы[671].

Выращенные в неволе рыбы не только менее жизнеспособны – они еще и менее сообразительны, чем их дикие родичи. Мозгами, как и мускулами, нужно пользоваться, чтобы они развивались. Свободно живущие рыбы должны учиться искать добычу, распознавать ее и управляться с ней. Но лишенная стимулов жизнь в неволе ухудшает развитие и работу мозга. Когда выращенных на станции разведения рыб повторно отлавливают после выпуска в дикую природу, их живот зачастую пуст или заполнен неживыми объектами вроде плавающего мусора или камешков, похожих на гранулы, на которых они были выращены. Это неудивительно: молодые рыбы не имели ни единого шанса учиться тому, как жить в дикой природе[672]. Есть определенный потенциал в том, чтобы применить к ним продуманный режим обучения в неволе. Зная о способностях рыб учиться путем наблюдения, специалисты по поведению рыб Кулум Браун и Кевин Лэланд использовали видеозапись другой рыбы, поедающей живую пищу, чтобы научить выращенных на станции разведения необученных лососей искать новые, живые кормовые объекты[673]. Но весьма сомнительно, что обучение большого количества рыб, живущих в тесноте в неволе, окажется экономически или логистически осуществимой задачей.

Визит на исследовательскую станцию

Чтобы получить из первых рук некоторое представление о разведении рыбы на фермах, я посетил Институт пресных вод (Freshwater Institute, FI) – небольшое предприятие, занятое исследованием аквакультуры, затерянное в лесах Потомакского водораздела близ Шефердстауна в Западной Вирджинии. Меня принял Крис Гуд, высокий, приятный мужчина средних лет. Он был принят на работу в Институт пресных вод, завершив обучение по специальности ветеринара и получив степень доктора наук в Ветеринарном колледже Онтарио Гуэлфского университета в Канаде, где специализировался на эпидемиологии рыб.

Цель работы FI состоит в рационализации аквакультуры, в том числе в улучшении условий содержания выращиваемых на фермах рыб. Объемы работы института – значительно меньше, чем на типичной коммерческой рыбной ферме. Крис показал мне основное помещение, где находилось с дюжину цилиндрических резервуаров, напоминающих чаны пивоваренного завода. Шум машин и насосов был настолько громким, что мы должны были кричать, чтобы расслышать друг друга. В самом большом резервуаре – 9 метров в поперечнике и 2,6 метра глубиной – находилось примерно 4000–5000 молодых лососей в возрасте где-то четырнадцати месяцев, длиной примерно по 30 сантиметров. В смотровое окошко были видны массы зеленовато-бурых рыб, легко скользящих в вечном круговом движении. В тусклом свете поблескивали серебристые чешуйки.

Автоматизированные кормушки распределяли по резервуарам кормовые гранулы каждые час или два, в зависимости от установленного режима кормления. Мешки корма для рыб были сложены у стены помещения. Я взглянул на длинный список компонентов, который включал жир домашней птицы, рыбий жир, растительное масло и пшеничную клейковину. В нем не упоминалось никаких названий видов рыбы, но там почти наверняка был менхэден. Крис открыл мешок, так что я смог увидеть маленькие темно-бордовые шарики по полсантиметра диаметром, которые показались мне похожими на сухой кошачий корм. Я попробовал один из них. Консистенцией он напоминал твердый крекер из цельнозерновой муки. Вкус был слегка маслянистым и солоноватым, но все равно приятным.

Мы осмотрели маленькие чаны с сотнями пестряток[674], длиной от 2,5 до 5 сантиметров каждая. Мы обсуждали уродства челюстей, вспышки желудочно-кишечных расстройств, протоколы исследований и иерархию доминирования (у рыб, а не у работников). Наша экскурсия закончилась в конце здания, где рыб забивали. В FI убою предшествуют семь дней без пищи. Это нужно для очистки рыб от «привкуса», который может

накапливаться в мускульной ткани рыб при некоторых системах выращивания и снижает их вкусовые качества для потребителей. Крис рассказал мне, что некоторых рыб-производителей, используемых для получения икры, морят голодом в течение семи или восьми *месяцев*, полагая, что это улучшает качество их икры. Он считает это отвратительным с точки зрения их здоровья.

Крис показал мне и резервуар-накопитель, в который рыбы помещаются непосредственно перед тем, как встретят свой конец. Это сооружение из нержавеющей стали примерно 2,5 метра в длину, прямоугольное с глубокого конца; его средняя часть сужается в воронку на рабочем конце. На воронку установлено пневматическое устройство, которое наносит оглушающий удар по голове рыбы, когда та вынуждена проплывать через воронку; одновременно с обеих сторон выскакивают острые лезвия, которые прорезают жабры для стока крови. Крис рассказал мне, что это устройство очень эффективно; в случаях, когда рыба не убита (например, когда она попадает в воронку не тем концом или кверху брюхом), рабочий у водостока за оглушающим устройством добивает ее ручной дубинкой по голове. Однако он признался, что медленный темп умерщвления на его устройстве помогает поддерживать равномерный темп забоя и что на крупных промышленных установках все может быть совсем по-другому.

Умирающие, чтобы быть съеденными

Промышленные установки для убоя рыб – это нечто вроде искусства в убийстве. Большинство из тех огромных масс рыб, убитых ради нашего потребления, умирает совсем иначе. В открытом море один только улов кошелькового невода может содержать полмиллиона рыб, если это сельдь[675], а если это более крупный вид вроде перуанской ставриды (*Trachurus murphyi*), то сеть может содержать сотню тысяч рыб. Рыбы, пойманные таким образом, раздавливаются весом тысяч других особей, когда сеть затягивается и выбирается к поверхности воды, перед тем, как быть поднятой на борт. Иногда в кошельковый трал опускают погружной рыбонасос, чтобы засасывать рыбу, словно пылесосом, затем перемещать ее в водоотделители и далее в хранилища под палубу. Любая рыба, которая переживет эти события, с наибольшей вероятностью умрет от кислородного голодания, пока ее бесполезно раскрывающиеся жабры будут пытаться извлечь кислород из воздуха.

Если вы – рыба, попавшаяся на крючок яруса, то вы будете

томиться наколотой часы, а иногда и дни, пока вас будут тянуть полтора километра или больше к палубе судна. Там, если вы еще не мертвы, вы, скорее всего, погибнете от удушья. Вам также придется выдержать укусы хищников, от которых, разумеется, вы не сможете спастись.

Рыбы, живущие глубже, сталкиваются с другой опасностью: с декомпрессией. Декомпрессия наносит ущерб рыбам в том числе потому, что их наполненные газом плавательные пузыри, призванные управлять плавучестью, расширяются, когда рыбу поднимают на поверхность. Когда плавательный пузырь раздувается, он давит на окружающие органы, что может вызвать нарушение их работы. Больше дюжины исследований, опубликованных между 1964 и 2011 годами, зафиксировали смертельные или сублетальные повреждения из-за декомпрессии у рыб, добытых в ходе промышленного лова или спортивной рыбалки. Вот этот омерзительный список: выворот пищевода (пищевод выпячивается наружу и вываливается через рот), экзофтальмия (выпирание глаз из орбит), артериальная эмболия (внезапная остановка кровотока из-за закупорки газовыми пузырями), эмболия почек, кровоизлияния, скручивание внутренних органов, повреждения или смещение органов, окружающих плавательный пузырь, и клоакальный пролапс – рыбий вариант геморроя[676].

Рыбам, выращенным в неволе, не приходится умирать от декомпрессии, раздавливания или попадания на крючок, но им от этого точно не легче. Сделанный в 2002 году обзор исследований убоя рыб показал, что степень страдания рыб является «очень сильной», когда они обескровливаются (обычно путем разрезания жабр острым ножом), обезглавливаются, помещаются в солевую или аммиачную ванну (с 1999 года запрещена в Германии как негуманный способ умерщвления угрей) или оглушаются электрическим током[677]. Асфиксия, удушье на холоде, наркоз углекислым газом и бескислородные водные ванны классифицировалось как порождающие меньшие, но тем не менее «сильные» страдания. Некоторые из этих методов могут вызвать обездвижение[678], предшествующее потере чувствительности, что вызывает иллюзию, будто страдание прекратилось, когда оно еще продолжается. Смерть на льду не считается щадящей, потому что продлевает процесс удушения. При комнатной температуре взрослому лососю нужно около двух с половиной минут, чтобы потерять сознание, и одиннадцать минут, прежде чем прекратятся все движения, тогда как при температуре, близкой к точке замерзания, это продолжается гораздо дольше: больше девяти минут и более трех часов соответственно.

Сопутствующий ущерб

Если убивать выращенных в неволе рыб – это чуть лучше, чем убивать диких, то фермеры-рыбоводы как минимум знают, кого ловят. В дикой природе рыбаки не ловят исключительно то, что планируют поймать; сетям и крючкам все равно, кого они ловят. Нежелательные рыбы и другие животные, случайно пойманные в ходе погони за целевым видом промысла, называются «прилов». В коммерческом рыболовстве в прилов попадают все шесть видов морских черепах, множество морских птиц, в том числе альбатросы, олуши, водорезы, гагарки и буревестники, практически все виды дельфинов и китов, бесчисленные беспозвоночные, живые кораллы и конечно же огромный спектр видов рыб. Поскольку они – нецелевые, их обычно выбрасывают.

Прилов – это обычное, совсем обычное дело. Оценки того, сколько морских существ мы выбрасываем обратно в море как нежелательные отходы, сильно разнятся, но в любом случае ошеломляют. Просто попытайтесь представить себе весящую 90 000 тонн кучу морских существ, в большинстве своем мертвых. И это – *ежедневный* прилов, который мы выбрасываем за ненадобностью[679].

По данным Департамента рыбного хозяйства и аквакультуры Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), ежегодные мировые показатели прилова упали с примерно 29 миллионов тонн в 1980-е до 7 миллионов тонн к 2001 году[680]. Некоторую роль в этом могли сыграть более избирательные методы и усовершенствованные правила рыболовства, направленные на снижение прилова. Но это обманчивая тенденция. Оценки от 1994 и 2005 годов, которые, казалось бы, демонстрируют снижение, нельзя сравнить с достаточной степенью надежности, потому что они были рассчитаны совершенно по-разному. Кроме того, поскольку снизилась численность целевых видов, рыбаки просто сохраняли больше того, что раньше выбрасывалось за борт. Существ с более низкой ценностью, ранее выбрасывавшихся как мусор, сохраняют для питания людям или животным[681]. Именно по этой причине квартет аналитиков дикой природы, главным образом из Всемирного фонда дикой природы, предложил расширить определение прилова, чтобы включить в него «неконтролируемый» прилов – нецелевые виды, которые, несмотря на это, сохраняются, но для которых не существует плана рационального использования. Согласно этому определению, прилов в настоящее время составляет 40 % от общемирового объема вылова рыбы[682].

Некоторые виды морского промысла более расточительны, чем другие. Печальнее всего знаменит своим количеством прилова промысел креветок. Поскольку креветки живут возле дна, их лов включает использование тралов, с которыми мы уже встречались раньше. Соотношения веса нежелательной рыбы и креветок составляет в среднем от 1:1 до 3:1 для промысла креветок на юго-востоке США[683]. В целом в прилове на траулерах-креветколовах США было зарегистрировано 105 видов рыб[684].

У прилова есть коварные родичи – сети-призраки. Рыбацкие флотилии выбрасывают или теряют бесчисленное множество километров дрифтерных сетей из синтетических волокон и донных жаберных сетей ежегодно[685] – в общей сложности примерно 640 000 тонн брошенных орудий лова, согласно недавнему анализу Всемирного фонда дикой природы. Эта призрачная угроза свободно дрейфует и продолжает ловить животных.

Основные жертвы – дельфины, тюлени, морские птицы и морские черепахи – становятся приманкой для других морских обитателей; некоторые из них также попадаются в ловушку, пока наконец под общим весом всех трупов сеть не погружается на морское дно.

Делается ли хоть что-нибудь, чтобы справиться с проблемами прилова и сетей-призраков? Да, и в этом удалось добиться некоторого прогресса. Принятие Акта по защите морских млекопитающих в 1972 году помогло сократить ежегодную смертность дельфинов в ходе промысла тунца в США с приблизительно полумиллиона до 20 000 голов. Дальнейшие меры в итоге привели к снижению смертности дельфинов примерно до 3000 в год к середине 1990-х годов[686]. Но популяции дельфинов не восстановились[687], и речь только о промысле в одной стране. Во всем мире каждый год около 300 000 дельфинов и других мелких китов все еще гибнет, запутываясь в рыболовных сетях, и они остаются главным убийцей мелких китообразных[688].

Похожая ситуация сложилась с морскими птицами. Наживленные ярусы и тросы (ваеры, как их называют на траулерах)[689] убивают около 100 000 альбатросов и буревестников в год. Затем в 2008 году британская некоммерческая организация «Рабочая группа по спасению альбатросов» (Albatross Task Force) в ходе экспериментальной проверки у берегов Южной Африки показала, что простая тактика привязывания розовых полос многоразового использования, которые, развеваясь, создают пугающий эффект, на ярусы

и кабели (при затратах около двадцати двух долларов на судно) может сократить потери на 85 %. В соответствии с многосторонним соглашением по защите морских птиц открытого океана, такие простые устройства для отпугивания птиц в настоящее время рекомендуются для широкого применения во всей отрасли[690]. Но альбатросы все равно остаются в беде: семнадцать из двадцати двух видов считаются уязвимыми, находящимися под угрозой уничтожения или на грани такового, а остальные пять классифицируются Международным союзом охраны природы как «близкие к уязвимому положению».

По словам, часто приписываемым И. В. Сталину, «смерть одного человека – это смерть, а смерть миллионов – только статистика»[691]. Когда перед нами предстают астрономические цифры, отражающие число животных, ставших жертвами нашего разграбления океана, мы боремся за установление эмоциональной связи с ними. Но если нам придется взаимодействовать с любым из тех дельфинов, альбатросов или, если уж на то пошло, с любой из безымянных рыб, которых влекут на смерть, мы должны узнать их как личностей. Они должны стать «кем-то», а не «чем-то».

Лишенные плавников

Есть и другие способы понапрасну изводить морских обитателей. Добро пожаловать в мир охоты за акульими плавниками! Практика включает ловлю акул и отрезание их плавников, чтобы использовать их для супа, ценящегося в Китае и других местах Азии как деликатес.

Отрезание плавников акулам – занятие в равной степени жестокое и выгодное. Поскольку иметь дело с крупными, мускулистыми и острозубыми животными на скользкой палубе судна – опасная работа, убой их добавляет определенную долю риска. Поэтому из соображений скорости и «эффективности» рыбаки обычно отрезают у акулы плавники и бросают все еще живую рыбу (называя ее «бревном») за борт – умирать от потери крови, удушья или давления воды, потому что рыба без плавника медленно погружается в пучину.

Айрис Хо совместно с Международным гуманным обществом[692], в Вашингтоне, округ Колумбия, входит в постоянно растущее число активистов, борющихся за прекращение торговли акульими плавниками. Выросшая на Тайване, Хо не понаслышке знала о супе из акульих плавников

еще до того, как занялась защитой животных. Веками акульи плавники были редкой блажью, доступной в основном императорам, и лишь в 1960-е годы прогресс в технологиях лова сделал их доступными более широкому классу потребителей. К 2011 году ежегодно уничтожалось ради плавников 26–73 миллионов акул.

В эру усиления пропаганды защиты животных и океана, которой способствует быстрое распространение информации через интернет, прекращение добычи акул ради плавников стало резонансным делом. Возглавляемая знаменитостями кампания милосердия WildAid получила поддержку со стороны Джеки Чана, Дэвида Бэкхема и звезды баскетбола Яо Мина. Уважаемый в своем родном Китае, Яо появляется в социальной рекламе, отказываясь от супа из акульих плавников, предлагаемого в ресторане, и убеждает других сделать то же самое. Международное гуманное общество сосредоточило свои усилия на кампаниях по привлечению внимания населения к этой проблеме, и маховик раскрутился. Китайские студенты разработали кампании, призванные повысить общественную осведомленность о проблеме. Один магазин Volmart в крупнейшем городе Китая демонстрировал фильм об акулах на телеэкранах в помещении магазина, а также спонсировал обязательства товарооборота «без акульих плавников». Как часть кампании по противодействию расточительности, китайское правительство сделало программное заявление против подачи блюд из акульих плавников на официальных мероприятиях.

Эти кампании возымели действие. WildAid сообщает, что в течение трех последних лет 85 % опрошенных китайских потребителей отказались от супа из акульих плавников. С конца 2014 года продажи акульих плавников сократились на 82 % в Гуанчжоу, который заменил Гонконг как центр торговли акульими плавниками в Китае; а два года спустя розничные и оптовые цены упали на 47 и 57 % соответственно. Многие коммерческие авиалинии прекратили перевозки акульих плавников, а гостиничные сети высшего класса убрали блюда из акульих плавников из меню.

Нам еще предстоит увидеть, как акулы переживут то, что наверняка можно расценивать как величайшую напасть, от которой когда-либо страдал их род с тех пор, как 450 миллионов лет назад появились их первые предки. Плавники акул – не единственный источник их бед[693]. С 2000 года объем торговли акульим мясом вырос на 42 %, достигнув более чем 117 000 тонн. Несмотря на запрет отрезать плавники акул в море, в 2011 году Соединенные Штаты Америки экспортировали почти

38 килограммов акульих плавников. И горькой иронией выглядит наше восприятие акул как вселяющих ужас убийц, если отношение наших потерь от них к их потерям от нас составляет примерно 1 к 5 миллионам. Неудивительно, что некоторые исследователи акул ведут изыскания, нацеленные на прекращение лова акул[694].

Побывавшие на рыбалке

Коммерческий лов рыбы, аквакультура, прилов, охота за плавниками – все это составляющие ловли рыбы ради денежной выгоды. А какого рода воздействие оказывает на рыб рыболовство *как вид развлечения*? Служба охраны рыбных ресурсов и диких животных США описывает спортивное рыболовство, в том числе ужение, как один из самых популярных в стране видов активного отдыха, которым в 2011 году занималось 33,1 миллиона лиц старше шестнадцати лет[695]. Более десятой части всех людей на планете регулярно занимается рыболовством ради развлечения[696]. Загляните в любой журнал по спортивному рыболовству – в Соединенных Штатах Америки их сейчас издается не менее тридцати, – и вы сразу увидите, что спортивное рыболовство представляет собой серьезный бизнес[697]. В 2013 году Американская ассоциация спортивной рыбалки оценила в 46 миллиардов долларов суммы, потраченные рыболовами Америки на рыбацкое оборудование, транспорт, жилье и прочие сопутствующие расходы.

Несмотря на то что экономическая нерациональность и жестокость коммерческого рыболовства признается все шире и шире, спортивное рыболовство продолжает считаться безобидным занятием. В качестве остроумного момента сцены рыбалки часто появляются в рекламе лекарственных препаратов, поселков для престарелых и прочих товаров и услуг, не имеющих ничего общего с рыболовством.

Но правда ли ужение рыбы – такое уж милое занятие? Сомневаюсь, что рыбы так думают. Быть подцепленным крючком и насильственно перенесенным в среду, которая вызывает удушье, – это явно не похоже на то, что любой из нас выбрал бы для мирного полуденного отдыха. Если вы когда-нибудь пробовали вынуть стандартный крючок с бородкой изо рта рыбы, то должны знать, что бородка там сделана не просто так и цель ее состоит вовсе не в том, чтобы сделать жизнь для рыбы легче. Эта маленькая шпора может причинять вред тканям головы рыбы, даже когда крючок удаляется аккуратно, а особенно – если его

вырвать с силой. Я еще помню тот хруст, что раздавался, когда я вытаскивал их своими неопытными руками во время недолгой рыбацкой карьеры в детстве. Какая часть морды рыбы окажется проколотой, когда рыбак подсекает, почувствовав поклевку, – это главным образом дело случая. Повреждение глаза крючком – на удивление обычное дело, заслужившее упоминания во множестве исследований рыбалки[698]. В ходе изучения лососевых рыб, обитающих в ручьях, из каждых десяти вытащенных на сушу рыб одна получала повреждение глаза, достаточно серьезное, чтобы считать вероятным причинение долговременного или постоянного ущерба зрению.

В настоящее время у рыболовов есть возможность использовать крючки без жала, которые можно либо купить, либо сделать такими при помощи плоскогубцев. Крючки без жала, вероятно, появились в Великобритании, где практика рыболовства «поймать и отпустить» осуществлялась на протяжении века, чтобы сберечь от исчезновения многие виды в интенсивно облавливаемых водах. Извлечение крючка происходит значительно легче, если он без бородки, и зачастую это можно сделать, не вынимая рыбу из воды.

Крючки – это не единственное, что несет смерть и ранения рыбам. Влажный защитный слой слизи, покрывающий чешую несчастного существа, может повреждаться руками, рыболовными сачками и инструментами для извлечения крючка, что делает рыбу более уязвимой к болезням. Рыболовные сачки причиняют повреждения, разнящиеся от значительных ссадин на плавниках до потери чешуи и слизи, что приводит к показателю смертности от 4 до 14 %[699]. Возбудители болезней также поджидают своего часа. В ходе исследования 242 большеротых окуней, пойманных на соревнованиях по рыбной ловле и содержавшихся в погруженных в воду клетках в течение четырех дней наблюдений, у 42 из 76 рыб с поврежденной кожей были обнаружены четыре вида болезнетворных бактерий. Еще 8 % погибли до того, как были взвешены в неволе[700], и далее еще 25 % – в течение периода содержания в клетках, доведя общий показатель смертности до одной трети, то есть как минимум некоторые из инфекций были смертельными.

Наконец, можно было бы подумать, что спортивное рыболовство не приводит к повреждениям из-за декомпрессии, которым подвергаются рыбы, пойманные в ходе глубоководного коммерческого промысла. Фактически же некоторые из рыб, добытых в ходе спортивной рыбалки, пойманы на глубине, достаточной для причинения повреждений из-за декомпрессии во время принудительного вываживания рыбы на поверхность.

Однако рыба обычно выживает, если быстро возвращается на глубину[701], и существуют приспособления, позволяющие это сделать, например корзина с грузом, которую можно опустить на глубину и открыть при помощи веревки, и промышленно производимые «спускатели для рыбы».

Съеденные

Не важно, был улов добыт в ходе коммерческого промысла или спортивной рыбалки, но, когда мы едим рыбу, мы едим представителя живой природы. Поскольку люди предпочитают вкус крупных хищных рыб вроде тунцов, груперов, меч-рыбы и скумбрии, тенденцией рыбного промысла была охота за этими видами. В течение XX века люди сократили биомассу хищных рыб более чем на две трети[702], и в значительной степени это тревожное снижение произошло после 1970-х годов. Сильвия Эрл отзывается об этом так: «Думайте обо всем, что есть в продаже на рыбном рынке, как о мясе диких животных. Это орлы, совы, львы, тигры, снежные барсы океана»[703].

Возможно, ни одна рыба не иллюстрирует наше потребление диких хищников лучше, чем тунцы. Есть тунца – все равно что есть тигра. Как и тигры, тунцы – это харизматичные хищники высшего порядка. И, как и тигры, тунцы – крупные животные: самые крупные особи обыкновенного тунца превосходят размерами самого крупного тигра, достигая почти трех метров длины и 680 килограммов веса. Мускулистый, мчащийся во весь опор тунец движется с такой же скоростью, как тигр, прыгающий из засады. Находясь на вершине пищевой пирамиды, тунцы требуют много энергии для поддержания роста и жизненных функций тела. Тунец съедает столько же кормовых животных (главным образом рыбы, но также кальмаров и некоторых ракообразных), сколько весит сам, каждые десять дней[704]. Но пирамиды банок консервированного тунца, высящиеся на полках продуктового магазина, – одна из причин того, что многие из видов рыб, ставших объектами коммерческого промысла, находятся в беде. Обыкновенный и тихоокеанский голубой тунцы находятся в особой опасности[705]: по некоторым оценкам, их популяции сократились с 1960 года на 85 и 96 % соответственно.

Одна из причин скорого вымирания – то, что все редкое становится ценнее, а значит, дороже как товар. Сегодня одного обыкновенного тунца можно продать более чем за миллион долларов. В пересчете на свой вес он стоит вдвое дороже серебра[706], и это огромный стимул для рыбаков, ведущих

коммерческий промысел.

Помимо представителей живой природы, вместе с рыбой мы едим и кое-что другое. Плоть рыбы – это один из самых потенциально загрязненных пищевых продуктов. Вода течет из верховий рек в низовья. Загрязнения попадают к живым организмам, находящимся в начале пищевых цепей, а затем концентрируются путем биоаккумуляции по мере продвижения дальше по пищевой цепи и оказываются в итоге в тканях хищников высшего порядка. Из 125 000 новых видов химических соединений, появившихся в ходе промышленной революции, 85 000 были обнаружены в рыбе. Хорошо известно, что некоторым группам населения, в особенности беременным и кормящим женщинам, а также маленьким детям, советуют ограничить потребление рыбы, чтобы избежать риска отравления ртутью и другими вредными химическими веществами[707]. По мнению врача Майкла Грегера, доктора медицины, автора книги «Как не умереть» (How Not to Die) и владельца популярного веб-сайта NutritionFacts.org, потребление рыбы – основной источник ртути, диоксинов, нейротоксинов, мышьяка, ДДТ, путресцина, полихлорированных дифенилов (ПХД), полибромированных дифенилэфиров (ПБДЭ) и рецептурных лекарственных препаратов. Среди нежелательных последствий, которые могут вызывать у нас эти загрязнители, – снижение интеллекта, уменьшение числа сперматозоидов, увеличение количества симптомов депрессии, беспокойства и стресса, а также более раннее наступление половой зрелости[708][709].

Пока ничто из всего этого не оказало влияния на политику или поведение. Напротив, в течение ряда лет людей в развитых странах призывали увеличить потребление жирной рыбы как минимум вдвое-втрое[710]. Главная проблема этого совета, помимо того факта, что существуют более безопасные источники омега-3 жирных кислот, чем рыба[711] (например, льняное семя и грецкие орехи), – он игнорирует то, что питание людей рыбой не вписывается в концепцию «устойчивого развития» даже при текущем уровне потребления[712].

Это не только проблема окружающей среды, это – географическая проблема. Общие последствия растущего спроса на рыбу и проблем рыболовства заставляют развитые страны вроде США, Японии и членов Европейского союза увеличивать импорт из стран развивающихся[713]. Дополнительное давление, оказываемое на прибрежные рыболовецкие угодья этих стран, лишает местных жителей важного источника белка ради обитателей развитых стран, среди основных проблем которых – переедание и недостаток физической активности.

Став свидетелем резкого сокращения численности популяций рыб, случившегося в течение ее жизни, Эрл приняла личное решение прекратить их есть[714]. «Спросите себя вот о чем, – говорит она. – Что для вас важнее: потреблять рыбу или считать, что ее роль в нашем мире существенна?»[715] Не важно, ловим мы целенаправленно или случайно, но ущерб, причиняемый нами морским обитателям, огромен. Проведенное в 2015 году совместное исследование Всемирного фонда дикой природы и Лондонского зоологического общества пришло к выводу, что популяции рыбы за период между 1970 и 2012 годами сократились вдвое. Популяции некоторых видов, коммерческая эксплуатация которых была наиболее интенсивной, в том числе группы, включающей тунцов, скумбрию и пеламиду, сократились почти на 75 %[716].

Легко осуждать жестокость и расточительность, правящие бал в индустрии коммерческого рыболовства. Но потребители должны осознать и свое соучастие в этом деле. В любой экономике спроса и предложения спрос – это топливо, которое заставляет работать машину предложения. Когда мы едим рыбу, мы финансируем ее ловлю. Но есть ли хорошие новости для рыб? Да. На протяжении последней четверти века мы начали проявлять беспрецедентный интерес к животным как к объекту морального отношения и экологического значения, и рыбы наконец заслужили внимание. «Если животное обладает сознанием, то оно должно быть включено в моральный круг», – говорят пять авторов из области ветеринарных, теологических и философских дисциплин в статье 2007 года, посвященной этике выращивания рыбы на фермах[717]. На основании четких свидетельств в пользу того, что рыбы могут ощущать боль, мы можем сделать вывод о том, что имеющиеся сомнения все же лучше толковать в их пользу.

Эпилог

Дуга вселенской нравственности длинна, но склоняется она к справедливости.

Мартин Лютер Кинг – младший[718]

Знание – сила. Оно дает основания для морали и питает революции, и свидетельства тому – конец колониализма и узаконенного рабства, победа женских и гражданских прав. Это были триумфы разума, подогреваемого растущим чувством морального негодования. Несправедливость, управляй ею жадность, узость взглядов, предубеждение или все три порока вместе, бледно выглядит перед лицом образованного разума. Цвет кожи, религия, наличие матки или другие произвольно взятые признаки попросту не являются основаниями для эксплуатации. А количество ног или плавники?

Конец XX века застал беспрецедентный прогресс в отношении к животным, включая подъем все более современного и успешного движения за права животных. В XXI веке эти тенденции продолжают усиливаться. Общество защиты животных Соединенных Штатов Америки, самая влиятельная в мире организация по защите животных, сообщает, что с 2004 года в США было подписано более тысячи законов о защите животных – количество, сравнимое с общим числом законов о защите животных, принятых за всю историю страны до 2000 года. В 1985 году жестокое обращение с животными считалось уголовным преступлением всего лишь в четырех американских штатах; к 2014 году такие законы приняли все пятьдесят. Общественный протест против убийства знаменитого африканского льва по имени Сесил американским дантистом в июле 2015 года иллюстрирует растущую симпатию к тяжелому положению животных. За одну неделю имя Сесила стало известно всем, и почти 1,2 миллиона человек подписали онлайн-петицию «Правосудие для Сесила».

Но лев куда обаятельнее, чем крылатка. Я полагаю, что главный источник наших предубеждений против рыб – их неспособность выразить то, что мы связываем с наличием чувств. «Рыбы всегда в иной стихии, безмолвные и без эмоций, безногие и с холодными глазами»[719], – пишет Джонатан Сафран Фоэр в книге «Мясо. Eating Animals»[720]. Мы отчаиваемся, пытаясь

увидеть в «стеклянных» рыбьих глазах хоть что-то большее, чем бессмысленный взгляд. Мы не слышим криков и не видим слез, когда рот рыбы проколот, а тело ее вытаскивают из воды. Немигающие глаза рыб постоянно омывались водой, не нуждаясь в веках, – и это усиливает иллюзию того, что рыбы ничего не чувствуют. Из-за отсутствия стимулов, которые обычно вызывают у нас сочувствие, мы равнодушны к бедственному положению рыб.

Чего нам не удается принять во внимание, когда неясно, кому сочувствовать, – так это того, что существо, о котором речь, находится вне родной стихии. Кричать от боли в воздухе для рыбы столь же бессмысленно, как для нас – кричать от боли, когда мы находимся под водой. Рыбы приспособлены к функционированию, общению и самовыражению под водой. Многие из них издают звуки, когда травмированы, но эти звуки эволюционно предназначены для распространения под водой и редко позволяют нам услышать их. Даже когда мы можем увидеть признаки бедственного положения – подпрыгивание, удары хвостом, открывание и закрывание жабр, если животные тщетно пытаются получить кислород, – если мы со школы уверены, что это лишь рефлекторные действия, мы можем их игнорировать, полагая, что беспокоиться не о чем.

В настоящее время мы знаем о рыбах гораздо больше, чем сто лет назад, но даже в этом случае все, что мы знаем, – лишь крошечная часть того, что знают сами рыбы. Из 30 000 (с лишним) их видов, описанных на данный момент, более-менее подробно было изучено всего лишь несколько сотен. Те из них, о которых вы прочитали в этой книге, – своего рода рыбы-знаменитости. Самая изученная из них – данио-рерио (*Danio rerio*), «лабораторная крыса» в мире рыб, – была предметом более чем 25 000 опубликованных научных статей, свыше 2000 из которых вышло в 2015 году. (Но нам не стоит завидовать данио-рерио: многие из этих исследований были негуманными.) Это наглядно иллюстрирует ту бездну исследований и открытий, предметом которых теоретически мог бы стать любой из видов рыб.

В предыдущем разделе основное внимание было уделено тому, как мы эксплуатируем рыб и злоупотребляем этим. Но наше отношение к рыбам конечно же не всегда останется безразличным: по мере того как расширяются наши знания, мы становимся все более обеспокоенными их благополучием. Когда я сделал неофициальный онлайн-запрос «благополучие рыб», база научных публикаций Ingenta Connect выдала семьдесят одну ссылку, из которых шестьдесят девять – на материалы,

опубликованные после 2002 года. Работая над этой книгой, я все время получал сообщения от множества корреспондентов, которые обожают рыб и никогда не стремились причинять им вред.

Многим из этих людей нравится в рыбах совсем не то, чем они похожи на нас. В них прекрасно и в равной степени достойно уважения именно то, чем они на нас *не похожи*. Иные способы их существования в мире – источник обаяния и восхищения, а также причина для симпатии. Мы можем установить связь через пропасть, разделяющую нас. Так было, когда я чувствовал нежное пощипывание дискусов, подплывших к поверхности воды, чтобы взять еду из кончиков моих пальцев. Так бывает, когда групер приближается ради ласки к ныряльщику, которому доверяет.

Помимо прочего, рыбы используют свой мозг, чтобы выживать и процветать, и я стремился поднять статус рыб в том числе тем, чтобы привлечь внимание к их сознанию и когнитивным навыкам. Но восхваление умственных качеств другого вида преувеличивает важность разума, тогда как в действительности он имеет мало общего с моральными качествами. Люди с нарушениями психического развития обладают основополагающими правами наравне с остальными. Способность ощущать – умение чувствовать, страдать от боли, испытывать радость – вот краеугольный камень этики. Именно это делает личность правомочным представителем морального сообщества.

Прогресс в области морали – это хорошо, и он не стоит на месте. Несмотря на то, что мы видим в заголовках, уровень насилия среди людей заметно снизился по сравнению с недавним прошлым[721]. Для объяснения этой тенденции физиолог Стивен Пинкер выделяет в своей масштабной книге «Лучшее в нас» (The Better Angels of Our Nature) целую группу воспитательных процессов. Среди них возникновение демократических государств, расширение прав и возможностей женщин, повышение грамотности, формирование единого мирового сообщества, интеллектуальный прогресс. В наши дни новые идеи почти мгновенно и беспрепятственно распространяются во все уголки земного шара. Кампании на сайте Kickstarter организуют финансовую поддержку людьми прогрессивных социальных проектов, а независимые фонды помогают поддерживать новые идеи на плаву.

С тех пор как мы выработали саму концепцию закона, животные рассматривались как законная собственность людей. Однако даже эта фундаментальная точка зрения, очень глубоко укоренившаяся в нашем антропоцентрическом сознании,

начинает меняться. С 2000 года местные постановления изменили юридический статус животных с «собственности» на «компаньонов» как минимум в восемнадцати городах США[722]. В зависимости от того, где (и с каким питомцем) живет человек, он мог бы быть одним из более чем 6 миллионов американцев и канадцев, официально признанных «опекунами животных». В мае 2015 года судья Верховного суда Нью-Йорка проводил слушание дела о незаконном лишении свободы двух шимпанзе, которых в течение ряда лет использовали в инвазивных экспериментах в Университете Стоуни-Брук; защитниками обезьян в суде были люди[723]. Адвокаты совместно с участниками Nonhuman Rights Project[724] готовят дела для следующих судебных процессов от имени других животных.

Благодаря законам, политике и акциям людей отношение к рыбам стало нравственнее. В некоторых частях Европы теперь незаконно содержать золотую рыбку – животное, общественное по своей природе и способное прожить десятки лет – в одиночку в пустом аквариуме[725]. Закон, принятый в апреле 2008 года Федеральным собранием Швейцарии, требует от рыболовов пройти курс более гуманной ловли рыбы[726]. Правительство Нидерландов четко заявило о необходимости применения лучших методов оглушения и убоя для рыб, и Фонд защиты рыбы начал лоббистскую деятельность в целях претворения этих слов в действие. В Германии закон 2013 года требует, чтобы всех рыб приводили в бессознательное состояние перед умерщвлением, а рыболовные соревнования, где улов взвешивается перед тем, как быть отпущенным обратно в воду, были запрещены наряду с использованием гольянов в качестве наживки[727]. В Норвегии оглушение рыб при помощи углекислого газа запретили как негуманное в 2010 году[728].

Помимо законов в защиту рыб, есть еще и увлечение рыбами. У многих из нас они вызывают не просто интерес, а любовь. Работая над этой книгой, я получал письма от людей, которые действительно обожали своих рыб. Профессор колледжа из Спокана, штат Вашингтон, написала, что она полюбила золотую рыбку, которую спасла от смывания в унитаз. Жемчужинка, так звали питомицу, каждый день приветствовала профессора, подплывая к поверхности, чтобы поесть с руки, а когда рыбка умерла в возрасте семнадцати лет, хозяйка описала свою потерю как «все равно что потерять кошку или собаку, любимца всей семьи». Одна моя знакомая из Гейнсвилля, Флорида, придумала игру со своим голубым дискусом Джаспером: они гонялись друг за другом, каждый со своей стороны стекла. Она рассказала мне: «Когда я складываю ладони чашечкой под самой поверхностью

воды, он ложится на бок, заплывает ко мне в руки и просто лежит там, пока я поглаживаю его». Предпринимательница из Портленда, штат Орегон, поделилась описанием своего десятилетнего тетраодона фахака Манго:

> Он живет у меня всю свою жизнь (уже девять лет, и это еще не предел), и он не слишком отличается от моей собаки – так же неудержимо извивается всем телом, когда я прихожу домой. Со мной он очень нежен и общителен. Мы часто устраиваем игру в гляделки, и он обычно побеждает. Я люблю его так, как никогда не любила рыб. Почти все, кого я знаю, встречались с Манго, и они просто очарованы им. Я уверена: Манго изменил восприятие рыб людьми.

Есть и люди, которые просто могут прошагать лишний километр ради рыб. У меня есть такая подруга, которая получила анонимный звонок по телефону, пошла по указанному адресу и сумела спасти трех крупных карпов кои из грязного резервуара с тухлой водой, где они томились в течение одиннадцати лет. Она два часа везла их к ухоженному пруду для кои при азиатском ресторане, где они теперь комфортно живут в компании сородичей.

Это спасение – лишь одно из постоянно множащихся проявлений доброты по отношению к рыбам. На YouTube, современном канале видеооператоров-любителей, можно без труда найти сцены, где ныряльщики извлекают разные крючки изо рта акул или срезают леску и сети с плавников скатов мант, жители морского побережья спасают запутавшихся в снастях рыб, а люди с ковшами спасают рыб из пересыхающих рек и озерных котловин. У меня есть друг-ихтиолог, профессор биологии на пенсии, который, устав от убийства рыб во время учебных экспедиций и сбора образцов, изобрел портативное устройство, позволяющее фотографировать и выпускать обратно в места обитания водных животных, пойманных в полевых условиях. Продажи его учебно-фотографического резервуара спасли больше миллиона рыб от участи быть законсервированными в формальдегиде и стоять никому не нужными на музейных полках. Другой биолог основал Fish Feel – первую в Северной Америке организацию, деятельность которой посвящена защите наших подводных родственников. И не всем известно, что Общество охраны морской фауны[729], главные герои популярной серии телевизионных программ «Китовые войны», также проводит кампании по спасению лососей, трески, обыкновенного тунца, антарктического клыкача и акул. Пол Уотсон, основатель

«Морских пастухов», человек весьма прямолинейный, сказал мне: «Когда я вижу лососевую ферму, я вижу рабство и унижение духа рыб, которых люди Первой Нации[730] с западного побережья рассматривали как бизонов моря… Одним из величайших моментов удовлетворения в моей жизни было разрезать сети мальтийских браконьеров у побережья Ливии и выпустить на свободу восемьсот обыкновенных тунцов. Они рванулись в прореху, словно чистокровные верховые лошади»[731].

По мере роста здравомыслия и осознания нашей взаимозависимости от всей жизни человечество движется по пути, ведущему к эпохе большей открытости и просвещенности. Основные принципы уважения ко всем представителям нашего собственного вида постепенно распространяются и на других существ, которых это не касалось в прошлом.

Но пока на каждую спасенную рыбу по-прежнему приходится множество убитых. Пока я писал эти строки, до меня дошли новости о 75 000 мертвых менхэденов, выброшенных морем на пляж вдоль восточного побережья Вирджинии после разрыва рыболовной сети. Фотографии их гниющих тел с разинутыми ртами, тянущихся грудами до самого горизонта, напоминают мне о том, что название объекта нашего разговора синонимично его собственной гибели, поскольку слово «рыба» означает и животное, и получаемый из него продукт.

Позвольте мне завершить повествование историей, которая заставила меня прослезиться, когда я впервые прочитал ее. Женщина, поделившаяся ею со мной, полагает, что ей было три года в то время, когда это случилось, и это ее самое раннее воспоминание. У них в доме было три маленькие рыбки, жившие в аквариуме на каминной полке. Как ей сказали потом, это «было сделано, чтобы они могли находиться выше и быть в большей безопасности от маленьких электровеников, которые любят играть, лазить и бегать». Маленькой девочке также объяснили, что нужно быть осторожными с водой, потому что люди не могут в ней дышать. Плохо зная законы природы по малости лет, она рассудила, что рыбы тоже не могли там дышать. Неделями она беспокоилась о рыбках, которе медленно тонули, как она думала, в аквариуме. Она ощущала личную ответственность за их спасение.

Однажды, когда семья выезжала из дома, она убедилась, что была последней из уходящих. Когда все вышли, она забралась на каминную полку с помощью нескольких стульев и соседних шкафов, чтобы осуществить план спасения. У нее не было иной мысли, помимо вызволения рыб из их водяной могилы. Она вряд ли понимала, что такое смерть или что бывает, когда кто-то

тонет, кроме того, что это болезненно – словно вода попала в нос, когда ты лежишь в ванне. Там был маленький сачок для уборки мусора из аквариума, поэтому она воспользовалась им, чтобы вынуть рыб и положить их на каминную полку. Один из родителей вернулся, чтобы вывести ее из дома, и она уехала.

Она не помнит судьбы рыб, но после этого она больше их не видела. Она часто думала о них, пока ходила в детский сад; это воспоминание осталось ярким среди других, смутных. Годы не притупили ее глубокого раннего сочувствия к животным. И даже сегодня, спустя сорок лет, ее по-прежнему тревожит то, что она хотела кого-то спасти, но вместо этого заставила страдать.

Эта история перекликается с несколькими темами в данной книге. Неверные представления простодушного маленького ребенка о том, что рыбам, как и нам самим, нужно дышать воздухом, чтобы выжить, олицетворяют наше коллективное невежество в отношении рыб. Действия девочки, вырвавшие рыб из родной стихии и обрекшие на удушье, символизируют страдание, которое рыбы испытывают в наших руках (даже при том, что ее намерения были бесконечно далеки от нашего обычного представления о том, что их роль на Земле – быть нашей пищей и развлечением). А ее необычайно сильное сострадание, проявившееся в столь нежном возрасте и по-прежнему ощущаемое сегодня, напоминает нам о бесконечных возможностях людей нести добро в этот мир, когда мы знаем, что нужно делать.

Благодарности

Аманде Мун из FSG[732] – за подход, поддержку, рекомендации и постоянное содействие. Ваше восхищение и положительная энергия на протяжении всего проекта значили больше, чем вы могли себе представить.

Стейси Глик – за видение потенциала этого проекта и за почти такую же заботу о ваших клиентах, какую рыбы-чистильщики проявляют к своим посетителям.

Энни Готлиб – за невероятно тщательное и точное редактирование.

Моим рецензентам Кену Шапиро, Мартину Стивенсу, Джинни Дженечко, Реджи Адамсу, Кулуму Брауну, Мэрилин Бэлкомб, Питеру Хагену, Карен Дайане Ноулз и Тирни Тис – за мудрость и конструктивные комментариии.

Скотту Борхерту, Стивену Вейлу и Лэрду Галахеру из FSG – за профессионализм и постоянную готовность помочь.

Кулуму Брауну, Бернду Крамеру, Тэду Питчу, Нафсике Каракацули, Шэрон Янг, Крису Гуду, Кристине Зенато, Алану Гольдбергу, Рону Трешеру, Айрис Хо, Гордону О'Брайену, К. К. Шинайе, Роману Колару, Эрин Уильямс, Джею Штауферу, Виктории Брайтвейт, Билло Хайнцпетеру Штудеру, Линн Снеддон, Тирни Тис, Рене Амбергеру, Линтону Бергеру, Айле Франс Порчер, Скотту Гарднеру, Стефани Котти, Биллу Лофтусу, Досу Винкелю, Джо Денхаму, капитану Полу Уотсону, Стивену Корбетту, Роберту Винтнеру, Ивон Садовы, Мэриан Вонг, Джоан Дунейер, Роберту Уорнеру, Майклу Энджелу и Джону Лукасу – за то, что поделились своими профессиональными знаниями.

Рэй Сикоре, Сабрине Голмассян, Александре Райхле, Терезе Фишер, Саре Киндрик, Карен Дэй, Робину Уолкеру, Карен Ченг, Бену Каллисону, Айле Франс Порчер, Джейми Коэну, Холли Фернандес Линч, Ане Негрон, Невиллу Джейкобсу, Джону Петерсу, Хелианне Эймикоун, Майку Хауэллу, Лори Кук, Лори Уильямсон, Розамунде Кук, Метее Сапп, Мо Доули, Вики Торнли, Ингрид Ньюкирк, Кэти Анрах, Тали Овадии и Дейву Боннеллу – за то, что поделились своими историями.

Кэтрин Хэд – за подбор цитат.

Морин Бэлкомб, Реджи и Марли Адамсам, Эндрю Роуэну, Лори Марино, Антее и Джо Мессерси, Мэрилин и Эмилии Бэлкомб, Синди Лостритто, Соне Фаруки, Лауре Моретти, Марку Бекоффу, Мелани Джой, Сабрине Брандо и Брюсу Фридриху – за бесчисленные способы поддержать и вдохновить.

Рыбам – за то, что они добавляют нашему миру красоты

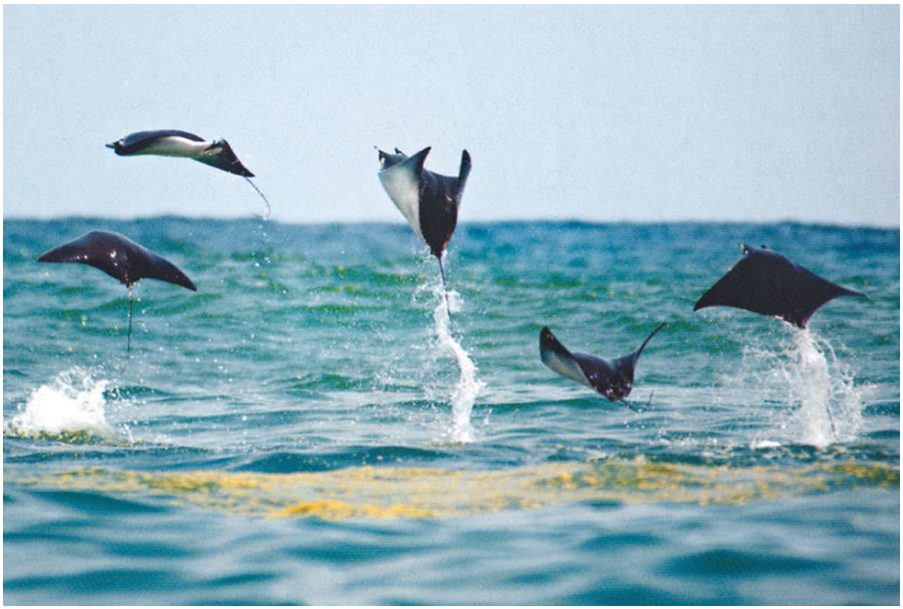
и таинственности.

Вкладка

Таинственность рыб хорошо передает черный удильщик *Melanocetus sp*. Хотя эти удильщики могут казаться гигантскими

чудовищами из бездны, они редко достигают 18 см в длину. Светящийся стебелек и фонарик служат приманкой для ничего не подозревающей добычи

© *David Shale / Minden Pictures*

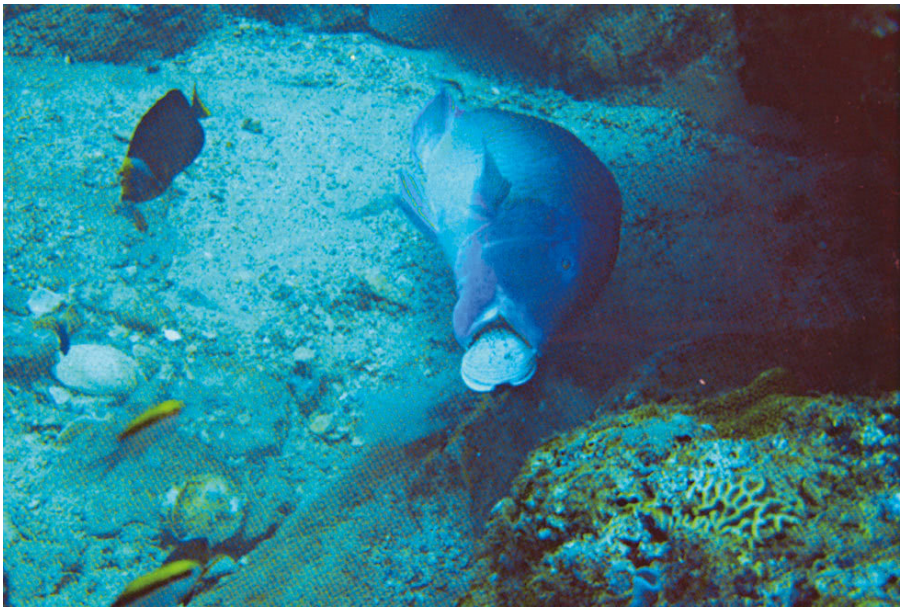


Удовольствие стимулирует полезные формы поведения. Пока точно не известно, почему скаты мобулы выпрыгивают из воды (здесь – в Оахаке, Мексика), но некоторые ученые полагают, что им просто нравится это делать

© *Aaron Goulding Photography*

Розовый амфиприон (*Amphiprion perideraion*) поглядывает на фотографа из безопасного укрытия в облюбованной актинии

© *Mary P. O'Malley*



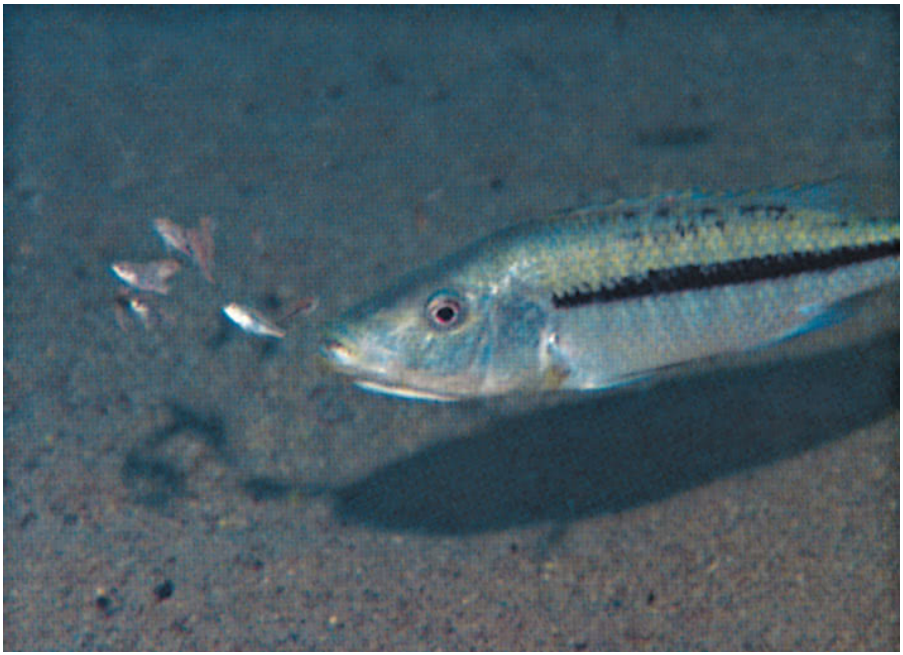
Не имея рук, рыбы ограничены в выборе способов пользования орудиями. Здесь клыкастый губан (*Choerodon schoenleinii*) с Большого Барьерного рифа использует камень как наковальню, чтобы вскрывать моллюсков

© *Scott Gardne*

Маленький иглобрюх (*Torquigener albomaculosus*) провел много

часов за постройкой этого круглого гнезда у южного побережья Японии. Его едва можно разглядеть выше и чуть левее центра изображения

© *Yogi Okata / Minden Pictures*



Убедившись, что это безопасно, мама-цихлида из озера Малави выпускает на свободу выводок, который вынашивала во рту

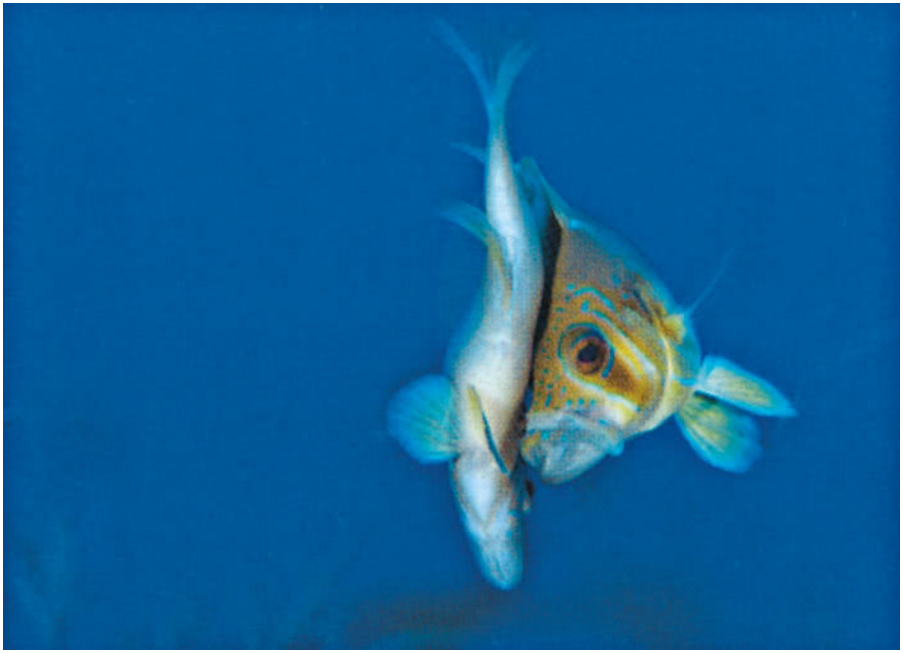
© *Georgette Douwma / Minden Pictures*

Полосатый сладкогуб (*Plectorhinchus vittatus*) разевает рот, чтобы открыть губану *Labroides dimidiatus* доступ для осмотра и очистки

© *Fred Bavendam / Minden Pictures*

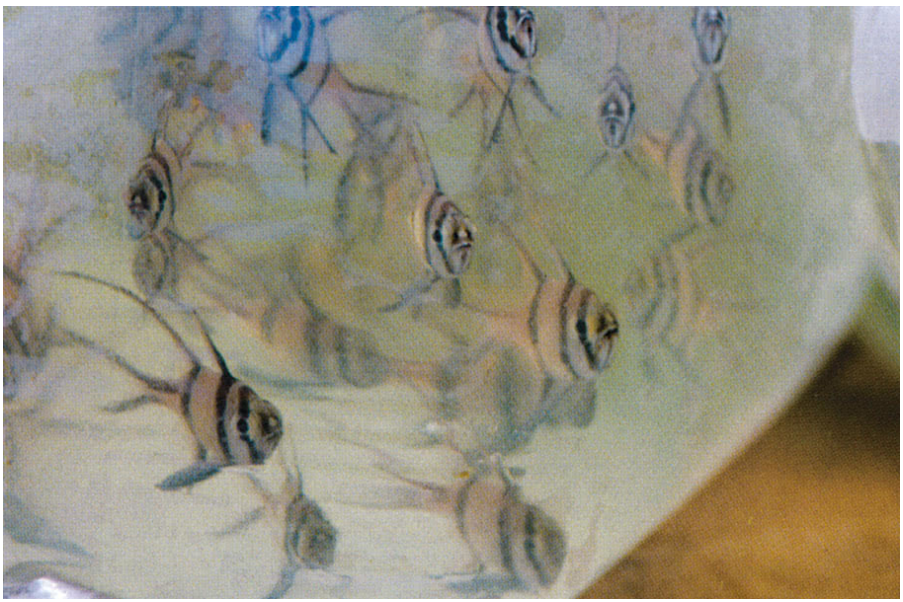
Хищные груперы демонстрируют особое поведение – вибрацию всем телом и указание головой, – чтобы пригласить мурен на совместную охоту, в данном случае в Средиземном море

© *Reinhard Dirscherl / Minden Pictures*



Многие рыбы устраивают брачные игры. Здесь пара рыб вида полосатая вака (*Hypoplectrus puella*) охвачена страстью в Карибском море

© *Alex Mustard / Minden Pictures*



Пойманные тюлевые апогоны – вид, находящийся под угрозой исчезновения, – в ожидании отгрузки на рынки США и Европы из

Индонезии

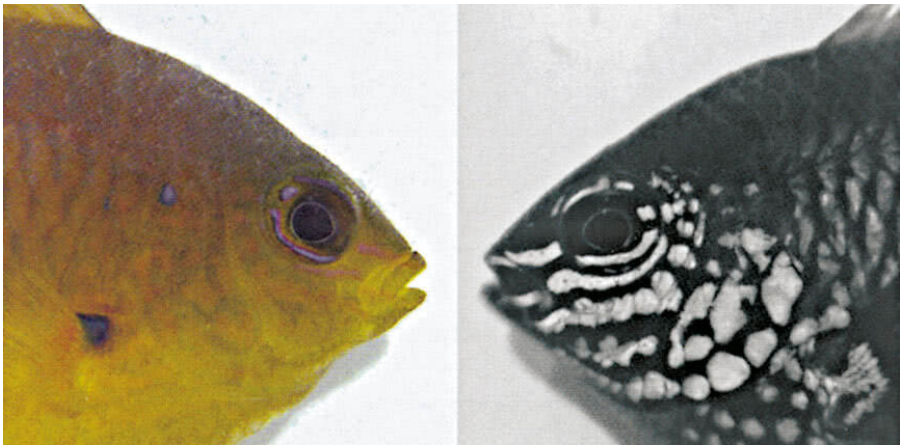
© *Nicolas Cegalerba / Minden Pictures*

Улов креветок и прилов, включающий множество молодых рыб, на судне, ведущем полупромышленный лов креветок в Мозамбике

© *Jeff Rotman / Minden Pictures*

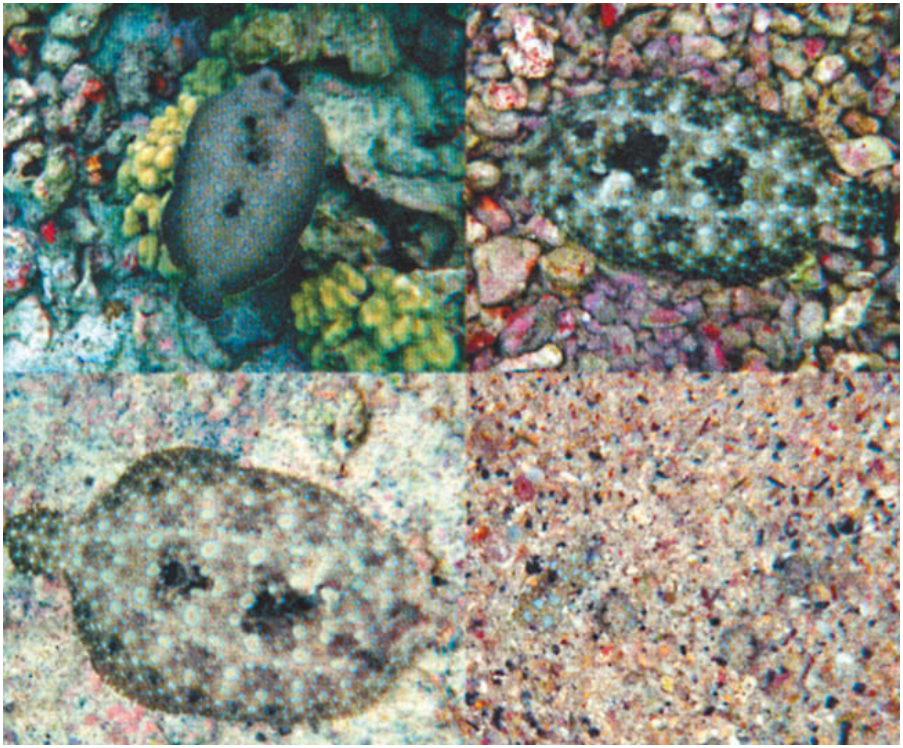
Многие рыбы, например этот аметистовый антиас (Pseudanthias pascalus), сфотографированный в открытом море у архипелага Раджа-Ампат, Индонезия, способны различать более широкий спектр цветов, чем люди

© *NPL / Minden Pictures*



Амбонские помацентры (*Pomacentrus amboinensis*) узнают друг друга по узорам на морде, видимым только в ультрафиолетовом спектре. Здесь показаны два портрета одной и той же рыбы; справа – в ультрафиолетовом свете

© *Ulrike Siebeck, University of Queensland, Australia*



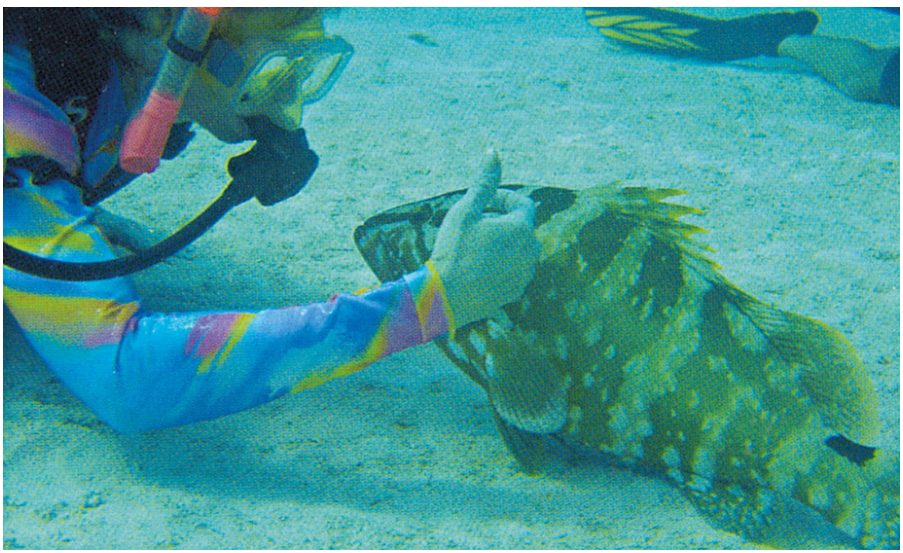
Камбала *Bothus mancus* демонстрирует свое мастерство камуфляжа. На каждом из этих четырех снимков, сделанных с интервалом в несколько минут, представлена одна и та же особь. На последнем кадре рыба зарылась в песок так, что видны лишь ее глаза

Тали Овадия и ее девятилетний иглобрюх фахак по имени Манго, занятые одной из своих долгих игр в гляделки

© *Corky Miller*

Кристина Зенато вводит в расслабленное состояние трех карибских рифовых акул, нежно поглаживая их. Это позволит ей провести тщательное обследование и при необходимости извлечь у них изо ртов рыболовные крючки

© *Victor Douieb*



Некоторые рыбы начинают доверять знакомым ныряльщикам. Здесь полосатый мероу по имени Ларри наслаждается поглаживаниями ныряльщицы Кэти Анрах

Брызгуны совершенствуют свои навыки благодаря практике и

наблюдениям за другими рыбами
© *Kim Taylor / Minden Pictures*

notes

Сноски

1

Речь идет о трансформации вещества и энергии в пищевых цепях. – *Здесь и далее, если не указано иное, прим. науч. ред.*

2

Традиционно в английском языке мы применяем слово «рыба» в единственном числе к количеству рыб от двух особей до миллиарда, что сваливает их в единое целое, словно кукурузу на поле. Я предпочитаю использовать множественное число, «рыбы», в знак признания того факта, что эти животные способны выстраивать межличностные взаимоотношения друг с другом. – *Прим. автора.*

Уже предпринимаются шаги в этом направлении. В частности, существуют комиссии по биоэтике, правила использования животных, включая рыб, в научных экспериментах и т. д.

4

От *англ.* Food and Agriculture Organization, FAO. – *Прим. ред.*

5

Э. Муд не учитывает любительское рыболовство, браконьерство, выброшенный прилов, гибель рыб, высвободившихся из сети, но получивших повреждения, так называемый призрачный лов потерянными или выброшенными орудиями, рыб, добытых для использования в качестве наживки, а также рыб, пойманных (но неучтенных) для использования в качестве корма на рыбных и креветочных фермах. – *Прим. автора.*

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rome, Italy: Fisheries and Aquaculture Department, FAO, 2012.

Stephen J. Cooke and *Ian G. Cowx*. The Role of Recreational Fisheries in Global Fish Crises // BioScience 54 (2004). P. 857–859.

8

Ibid. Это, разумеется, очень приблизительная оценка, основанная на переносе объемов спортивного рыболовства в Канаде на численность населения всей Земли.

9

Daniel Pauly and *Dirk Zeller*. Catch Reconstructions Reveal That Global Marine Fisheries Catches Are Higher than Reported and Declining // Nature Communications 7 (2016). P. 10244 doi: 10.1038/ncomms10244.

10

В статье говорится о том, что рост вылова шел с 1950 по 2010 г., а после 2010 г. уловы несколько снизились.

11

Прилов – неумышленная добыча, попадающая в сети при промышленном рыболовстве.

D. H. F. Robb and *S. C. Kestin*. Methods Used to Kill Fish: Field Observations and Literature Reviewed // Animal Welfare 11, no. 3 (2002). P. 269–282.

13

В английском языке под названием *sunfish* фигурирует около десятка совершенно разных рыб. В Канаде, откуда родом автор, так чаще всего называют солнечного окуня *Lepomis gibbosus*.

14

Эти слова приписываются Энтони де Мелло (1931–1987), иезуитскому священнику, вдохновенному оратору и писателю. – *Прим. автора.*

T. S. Eliot. Little Gidding // Four Quartets. N. Y.: Harcourt Brace, 1943.

Rainer Froese and *Alexander Proelss*. Rebuilding Fish Stocks No Later Than 2015: Will Europe Meet the Deadline? // Fish and Fisheries 11, no. 2 (2010). P. 194–202.

17

На январь 2019 г. в базу включено более 34 000 видов, но валидность далеко не всех из них подтверждена.

Colin Allen. Fish Cognition and Consciousness // Journal of Agricultural and Environmental Ethics 26, no. 1 (2013). P. 25–39.

19

Костистые рыбы (Teleostei) – это большая часть костных рыб (Osteichthyes).

20

Некоторые ученые выделяют химер, также известных как «призрачные акулы», в отдельную группу. – *Прим. автора.*

21

Существуют разные классификации систем органов. К авторскому списку можно добавить также важные покровную и иммунную системы.

Gene Helfman, Bruce B. Collette, and *Douglas E. Facey*. The Diversity of Fishes. Oxford, UK: Blackwell, 1997.

Gene Helfman and *Bruce B. Collette*. Fishes: The Animal Answer Guide. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2011.

24

На самом деле бесчелюстные – не рыбы, а низшие позвоночные.

Allen. Fish Cognition and Consciousness.

Фактически имеется в виду так называемая конвергенция – внешнее сходство, возникшее эволюционно под влиянием факторов одной среды (именно поэтому на рыб похожи, скажем, дельфины).

Цереброцентрический – делающий особый акцент на степени развития головного мозга. – *Прим. перев.*

Sy Montgomery. Deep Intellect: Inside the Mind of the Octopus // Orion, November/December 2011.

Недавно в России вышла ее книга, посвященная этой теме: *Монтгомери С.* Душа осьминога. М.: Альпина нон-фикшн, 2018. – *Прим. перев.*

30

Прошло еще 100 млн лет, прежде чем отважные потомки лопастеперых рыб сделали первые робкие шаги по суше. Чтобы представить себе длину этих отрезков времени, вспомните, что род *Homo*, к которому принадлежат современные люди, существует всего лишь около 2 млн лет. Если сжать все наше существование на Земле в одну секунду, на долю рыб выпадет больше четырех минут. Они украшали собой Землю в пятьдесят раз дольше, чем мы – даже до того, как выбрались на сушу. – *Прим. автора*.

Donald R. Prothero. Evolution: What the Fossils Say and Why It Matters. N. Y.: Columbia University Press, 2007.

По-русски их раньше называли панцирными рыбами, но сейчас это название считается неточным.

33

В среднем длина тела взрослых особей колебалась от 4,5 до 6 метров при массе до 1 тонны.

На самом деле у плакодермов впервые появились зубы, а костные пластины не образуют челюсти. Челюсти – это преобразованные жаберные дуги, которые у плакодерм могли состоять из разных костей, иметь или не иметь острый край и т. д.

35

Соответствующий фрагмент лекции Д. Аттенборо можно просмотреть здесь: www.youtube.com/watch?v = OXqgFkeTnJI.

36

Принято считать, что плакодермы возникли 430 млн лет назад, а костные рыбы – 419 млн лет назад.

37

Имеется в виду массовое вымирание видов.

National Geographic. Creatures of the Deep Ocean [документальный фильм], 2010.

39

Xabier Irigoien et al. Large Mesopelagic Fishes Biomass and Trophic Efficiency in the Open Ocean // Nature Communications 5 (2014). P. 3271.

Tony Koslow. The Silent Deep: The Discovery, Ecology, and Conservation of the Deep Sea. Chicago: University of Chicago Press, 2007. P. 48.

41

На самом деле глубоководные организмы испытывают очень серьезное давление, но они к этому приспособлены.

Helfman, Collette, and *Facey*. Diversity of Fishes. 1997.

David Alderton. Many Fish Identified in the Past Decade. December 24, 2008. URL: www.petcha.com/many-fish-identified-in-the-past-decade

Allen. Fish Cognition and Consciousness.

45

У Pandaka pygmaea появились конкуренты на звание самой маленькой рыбы мира. URL: www.scholastic.com/browse/article.jsp?id=11044; http://en.microcosmaquariumexplorer.com/wiki/Fish_Facts_-_Smallest_Species. А здесь – запись в блоге, которая в шутку скорбит о том, что рекорд «преуменьшен»: https://unholyhours.blogspot.com/search?q=pandaka

John R. Norman and *Peter H. Greenwood*. A History of Fishes. 3rd rev. ed. London: Ernest Benn Ltd., 1975.

Tierney Thys. For the Love of Fishes // Oceans: The Threats to Our Seas and What You Can Do to Turn the Tide. Jon Bowermaster (ed.). N. Y.: Public Affairs, 2010. P. 137–142.

Gene Helfman, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey, and *Brian W. Bowen*. The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology. 2nd ed. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2009.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

Свободноживущие самцы удильщиков хорошо известны по крайней мере с 30-х гг. XX в.

51

Ibid.

52

В эволюционной биологии родительским вкладом (*parental investment*) называют любой вклад родителя в каждого отдельного потомка, увеличивающий его шансы на выживание, а как следствие – дальнейший репродуктивный успех.

E. W. Gudger. From Atom to Colossus // Natural History 38 (1936). P. 26–30.

Mola (*лат.*) – мельничный жернов. – *Прим. перев.*

Mark W. Saunders and *Gordon A. McFarlane*. Age and Length at Maturity of the Female Spiny Dogfish, *Squalus acanthias*, in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada // Environmental Biology of Fishes 38, no. 1 (1993). P. 49–57.

Helfman, Collette, and *Facey*. Diversity of Fishes.1997.

Ibid.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

59

В оригинале игра слов: английское название этих рыб созвучно с названием цирковых номеров на афише. Но способность долгоперов к полету вызывает большие сомнения, и в отечественной литературе по ихтиологии прямо указывается, что летать они не умеют. Возможно, заблуждение восходит к иллюстрации из книги А. Э. Брема «Жизнь животных», на которой художник изобразил летящих над морем долгоперов. – *Прим. перев.*

60

Sarcastic fringehead (*англ.*) – щучья морская собачка. Вряд ли кто-то проводил конкурсы на самые смешные и нелепые русские названия рыб, но в старинных книгах о животных встречаются «топырщикъ-нетопырь» (морской нетопырь) и «куша-молоток» (акула-молот). – *Прим. перев.*

61

У этого вида нет устоявшегося русского названия, а его английское название означает «скользкий Дик». Но словом *dick* также обозначается мужской половой орган, отсюда и комментарий автора. В книге Л. П. Сабанеева «Рыбы России» упоминаются местные названия подкаменщика, которые он скромно передал словами *vulva-piscis*. В наши дни якуты так же называют чукучана. – *Прим. перев.*

62

Как сказали Род Прис и Лорна Чемберлен в своей книге «Благополучие животных и человеческие ценности» (Animal Welfare and Human Values) 1993 г. издания: «Мы не можем найти обоснования господствующему представлению… что холоднокровные животные… менее разумны, чем теплокровные животные». Владимир Динец, американский ученый русского происхождения, который путешествовал по всему миру, наблюдая за дикими крокодилами, и открыл такие сюрпризы, как использование орудий, скоординированная охота, брачные вечеринки и лазанье по деревьям, высказался более резко: «Многие люди – это теплокровные мракобесы» (Владимир Динец, личное сообщение, 18 марта 2014 г.).

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

Francis G. Carey and *Kenneth D. Lawson*. Temperature Regulation in Free-Swimming Bluefin Tuna // Comparative Physiology and Biochemistry Part A: Physiology 44, no. 2 (1973). P. 375–392.

Nancy G. Wolf, Peter R. Swift, and *Francis G. Carey*. Swimming Muscle Helps Warm the Brain of Lamnid Sharks // Journal of Comparative Physiology B157 (1988). P. 709–715.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

Nicholas C. Wegner et al. Whole-Body Endothermy in a Mesopelagic Fish, the Opah, *Lampris guttatus* // Science 348 (2015). P. 786–789.

Здесь и далее цитаты из «Рыбы» Д. Г. Лоуренса даются в переводе В. Постникова.

69

Чтобы убедиться в этом, достаточно почитать книги по палеонтологии для детей: рассказ о рыбах обычно заканчивается на моменте выхода позвоночных на сушу. Этот стереотип восходит еще к старым книгам о доисторических животных, написанным более века назад. – *Прим. перев.*

70

По современным эволюционным представлениям, у живых организмов могут сохраняться признаки, не имеющие явного адаптивного значения, но и не снижающие приспособленность.

Принято считать, что древнейшие представители этой группы возникли 55,8 млн лет назад.

72

Надсемейство Hominoidea возникло около 30 млн лет назад.

Culum Brown. Fish Intelligence, Sentience and Ethics // Animal Cognition 18, no. 1 (2015). P. 1–17.

Высокоразвитость не так просто связана со сроком эволюционирования.

75

Вымирание некоторых крупных наземных млекопитающих в последние несколько десятков тысяч лет связано с деятельностью человека – в частности, с интенсивной избирательной охотой на крупнейших представителей мегафауны. – *Прим. перев.*

Prothero. Evolution: What the Fossils Say.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

URL: https://en.wikiquote.org/wiki/Talk: Gustave_Flaubert

D. H. Lawrence. Fish // Birds, Beasts and Flowers: Poems. London: Martin Secker, 1923.

Здесь и далее автор не проводит грани между органами (системами) чувств, с одной стороны, и восприятием, эмоциями – с другой. Чувство удовольствия относится ко второй группе, а чувство равновесия – к системе вестибулярного аппарата. За ощущение давления отвечает чувство осязания.

81

Бабочки часто хорошо различают оттенки цвета, видят недоступные человеку части спектра, но это касается скорее дневных, а не ночных видов. Острота зрения у бабочек обычно оценивается как низкая.

82

На самом деле веко (мигательная перепонка) есть у некоторых акул и даже костных рыб.

Тем не менее строение глаза и устройство зрения рыбы существенно отличаются от такового у человека. В частности, у рыб аккомодация осуществляется за счет перемещения хрусталика относительно сетчатки, а у человека – за счет изменения кривизны хрусталика. Более того, у разных рыб глаза тоже устроены по-разному.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

The Oxford Companion to Animal Behavior. David McFarland (ed.). Oxford: Oxford University Press, 1982; reprint ed., 1987.

Arthur A. Myrberg Jr. and *Lee A. Fuiman*. The Sensory World of Coral Reef Fishes // Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem. Peter F. Sale (ed.). Burlington, MA: Academic Press/Elsevier, 2002. P. 123–148; *Mark Sosin* and *John Clark*. Through the Fish's Eye: An Angler's Guide to Gamefish Behavior. N. Y.: Harper and Row, 1973.

Ofir Avni et al. Using Dynamic Optimization for Reproducing the Chameleon Visual System. Presented at the 45th IEEE Conference on Decision and Control, San Diego, CA, December 13–15, 2006.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009. P. 138.

David Alderton. New Study Unveils Mysteries of Vision in *Anableps anableps*, the Four-Eyed Fish. July 25, 2011. URL: www.petcha.com/new-study-unveils-mysteries-of-vision-in-anableps-anableps-the-four-eyed-fish

Не стоит забывать, что у тех видов рыб, которые охотятся на глубине, есть соответствующие адаптации, отсутствующие у человека.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

Kerstin A. Fritsches, Richard W. Brill, and *Eric J. Warrant*. Warm Eyes Provide Superior Vision in Swordfishes // Current Biology 15, no. 1 (2005). P. 55–58.

93

«Бродячие акулы» существуют, но предпочитают ходить по океанскому дну, а не по суше. – *Прим. автора.*

Sosin and *Clark*. Through the Fish's Eye.

Ibid.

96

Речь идет об обнаружении самых древних фоторецепторов, обеспечивающих цветное зрение у позвоночных. Однако еще более древние беспозвоночные тоже, скорее всего, обладали цветным зрением.

Gengo Tanaka et al. Mineralized Rods and Cones Suggest Colour Vision in a 300 Myr – Old Fossil Fish // Nature Communications 5 (2014). P. 5920; *Sumit Passary*. Scientists Discover Rods and Cones in 300-Million-Year-Old Fish Eyes. What Findings Suggest // Tech Times, December 24, 2014. URL: www.techtimes.com/articles/22888/20141224/scientists-discover-rods-and-cones-in-300-million-yearold-fish-eyes-what-findings-suggest.htm

Brown. Fish Intelligence.

99

Среди людей изредка встречаются тетрахроматы, а большинство млекопитающих обходится всего двумя пигментами, то есть они – бихроматы.

100

George S. Losey et al. The UV Visual World of Fishes: A Review // Journal of Fish Biology 54, no. 5 (1999). P. 921–943.

101

Ulrike E. Siebeck et al. A Species of Reef Fish That Uses Ultraviolet Patterns for Covert Face Recognition // Current Biology 20, no. 5 (2010). P. 407–410.

Ulrike E. Siebeck and *N. Justin Marshall*. Ocular Media Transmission of Coral Reef Fish – Can Coral Reef Fish See Ultraviolet Light? // Vision Research 41 (2001). P. 133–149.

103

Быстрое изменение цвета происходит за счет перераспределения пигмента внутри меланофоров, а не за счет изменения их размера.

104

При условии, что вода не мутная.

105

Пояснительная табличка в Смитсоновском Национальном музее естественной истории, Вашингтон, округ Колумбия, сентябрь 2012 г.

В отечественных источниках выделяется батиаль – зона глубин от 200 до 3000 м, а зону глубин свыше 3000 м называют «абиссаль». – *Прим. перев.*

Отсюда их название – удильщики. Обычно передняя часть спинного плавника этих рыб смещена к голове и преобразована в своеобразную «удочку» – иллиций. На конце иллиция располагается светящаяся приманка – эска.

Так, у линофрины (*Linophryne arborifera*), помимо обычной удочки, есть ветвистое светящееся образование на нижней челюсти.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

110

D. J. Woodland et al. A Synchronized Rhythmic Flashing Light Display by Schooling "*Leiognathus splendens*" (Leiognathidae: Perciformes) // Marine and Freshwater Research 53, no. 2 (2002). P. 159–162; *Akara Sasaki et al.* Field Evidence for Bioluminescent Signaling in the Pony Fish, *Leiognathus elongates* // Environmental Biology of Fishes 66 (2003). P. 307–311.

111

У этих рыб скопление люминесцирующей ткани расположено у основания пищевода в месте его соединения с желудком.

112

James G. Morin et al. Light for All Reasons: Versatility in the Behavioral Repertoire of the Flashlight Fish // Science 190 (1975). P. 74–76.

Stephen R. Palumbi and *Anthony R. Palumbi*. The Extreme Life of the Sea. Princeton: Princeton University Press, 2014.

114

Stomiidae – от *stoma* – рот. По-английски эти рыбы называются *loosejaws*, дословно «болтающаяся челюсть». – *Прим. перев.*

115

Stoplight loosejaws (*англ.*) – малакостеусы, или мягкокосты (род *Malacosteus*). – *Прим. перев.*

116

Красная биолюминесценция известна как минимум у представителей трех родов рыб: *Malacosteus, Pachystomias* и *Aristostomias*.

Это касается только глубоководных хищников, которые лучше всего видят синюю часть спектра. В то же время практически ничего достоверно не известно о том, помогает ли красный свет тем стомиевым, у которых он есть, быть незаметными для хищников.

118

Irene Pepperberg. Alex & Me: How a Scientist and a Parrot Uncovered a Hidden World of Animal Intelligence – and Formed a Deep Bond in the Process. N. Y.: Harper Collins, 2008. P. 202. [Рус. изд.: *Пепперберг А*. Алекс и я. М.: Издательский дом ЯСК, 2017.]

Anna Sovrano, Liliana Albertazzi, and *Orsola Rosa Salva*. The Ebbinghaus Illusion in a Fish (*Xenotoca eiseni*) // Animal Cognition 18 (2015). P. 533–542.

V. A. Sovrano. Perception of the Ebbinghaus and Müller-Lyer Illusion in a Fish (*Xenotoca eiseni*). Poster presented at CogEvo 2014, the 4th Rovereto Workshop on Cognition and Evolution, Rovereto, Italy, July 7–9.

O. R. Salva, V. A. Sovrano, and *Giorgio Vallortigara*. What Can Fish Brains Tell Us About Visual Perception? // Frontiers in Neural Circuits 8 (2014). P. 119. doi:10.3389/fncir.2014.00119.

Desmond Morris. Animalwatching: A Field Guide to Animal Behavior. London: Jonathan Cape, 1990.

123

Eden Phillpotts. A Shadow Passes. London: Cecil Palmer and Hayward, 1918. P. 19. Часто ошибочно приписывается У. Б. Йейтсу или Бертрану Расселу.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997; *A. O. Kasumyan* and *Kjell B. Døving*. Taste Preferences in Fish // Fish and Fisheries 4, no. 4 (2003). P. 289–347.

125

Вкус и обоняние у рыб сильно связаны. Часто говорят про единую хемосенсорную систему с сохранением автономности.

126

Рыбы – самые древние из позвоночных. Если говорить о беспозвоночных, то слухом обладают многие из них, в частности насекомые.

Friedrich Ladich. Sound Production and Acoustic Communication // The Senses of Fish: Adaptations for the Reception of Natural Stimuli. Gerhard Von der Emde et al. (eds.). Dordrecht, Netherlands: Springer, 2004. P. 210–230.

128

Голосовые связки характерны главным образом для птиц и млекопитающих.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

130

У птиц две гортани: верхняя и нижняя.

Существуют и другие способы, например резонаторы у лягушек.

Arthur A. Myrberg Jr. and *M. Lugli.* Reproductive Behavior and Acoustical Interactions // Communication in Fishes. Vol. 1. Friedrich Ladich et al. (eds.). Enfield, NH: Science Publishers, 2006. P. 149–176.

Helfman and *Collette*. Fishes: The Animal Answer Guide.

Tania Munz. The Bee Battles: Karl von Frisch, Adrian Wenner and the Honey Bee Dance Language Controversy // Journal of the History of Biology 38, no. 3 (2005). P. 535–570.

135

Первое описание эксперимента фон Фриша, которое я прочитал, создавало впечатление, что сомик уже был слепым по естественным причинам, но позже я узнал, что ученый ослепил Ксаверла, удалив его глаза хирургическим путем ради эксперимента. Фон Фриш мог ощущать какую-то вину за это, потому что он дал рыбе имя и упоминал в автобиографии свои усилия, чтобы «сделать аквариум комфортным для маленького слепого друга». – *Прим. автора.*

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

137

Простейший Веберов аппарат (например, у сельдей) – это соприкасающиеся отростки плавательного пузыря и внутреннего уха. Более сложный (в частности, у сомовых и карповых) состоит из четырех маленьких костей, представляющих собой видоизмененные верхние дуги позвонков и преобразованное третье ребро. Он также соединяет плавательный пузырь и внутреннее ухо.

138

Обычно рыбы, имеющие Веберов аппарат, воспринимают звук с частотой до 13 кГц, а рыбы без него – только до 2,5 кГц. Цифры, приведенные ниже автором, не вполне точны.

139

Ibid.

Alosa sapidissima и *Brevoortia patronus* – представители сельдевых рыб. – *Прим. перев.*

141

David A. Mann, Zhongmin Lu, and *Arthur N. Popper*. A Clupeid Fish Can Detect Ultrasound // Nature 389 (1997). P. 341; *D. A. Mann* et al. Detection of Ultrasonic Tones and Simulated Dolphin Echolocation Clicks by a Teleost Fish, the American Shad (*Alosa sapidissima*) // Journal of the Acoustical Society of America 104, no. 1 (1998). P. 562–568.

Есть и иное обстоятельство. Перечисленные автором рыбы обитают в прибрежных районах, и возможно, что по инфразвуку они могут заранее узнавать о приближении шторма. – *Прим. перев.*

O. Sand and *H. E. Karlsen*. Detection of Infrasound and Linear Acceleration in Fishes // Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences 355 (2000). P. 1295–1298.

В этом ряду обязательно должны стоять медузы. Действие сконструированных человеком приборов, предсказывающих шторм, основано на использовании инфразвука, и в качестве прототипа было использовано именно «ухо» медузы. Подробнее об этом см.: *Литинецкий И. Б.* Барометры природы. М.: Детская литература, 1982. – *Прим. перев.*

145

Robert D. McCauley, Jane Fewtrell, and *Arthur N. Popper*. High Intensity Anthropogenic Sound Damages Fish Ears // The Journal of the Acoustical Society of America 113, no. 1 (2003). P. 638–642.

Arill Engås et al. Effects of Seismic Shooting on Local Abundance and Catch Rates of Cod (*Gadus morhua*) and Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53 (1996). P. 2238–2249.

Stéphan Reebs. Fish Behavior in the Aquarium and in the Wild. Ithaca, N. Y.: Comstock Publishing Associates / Cornell University Press, 2001.

Sosin and *Clark*. Through the Fish's Eye.

Ibid. См. также: B. Konesni. Songs of the Lalaworlor: Musical Labor on Ghana's Fishing Canoes. June 14, 2008.

150

Здесь также стоит вспомнить о русском способе «квочения» сома – речной сом приманивается звуками, издаваемыми приспособлением под названием «квок». – *Прим. перев.*

Имеются в виду так называемые фронтальные демонстрации.

Sandie Millot, Pierre Vandewalle, and *Eric Parmentier*. Sound Production in Red-Bellied Piranhas (*Pygocentrus nattereri*, Kner): An Acoustical, Behavioural and Morphofunctional Study // Journal of Experimental Biology 214 (2011). P. 3613–3618.

153

Ava R. Chase. Music Discriminations by Carp (*Cyprinus carpio*) // Animal Learning and Behavior 29, no. 4 (2001). P. 336–353.

Способности к распознаванию музыки также проявляли и другие позвоночные, в том числе голуби, рисовки и в меньшей степени крысы (обсуждается в работе: *Chase,* 2001). – *Прим. автора.*

Ibid. P. 352.

Richard R. Fay. Perception of Spectrally and Temporally Complex Sounds by the Goldfish (*Carassius auratus*) // Hearing Research 89 (1995). P. 146–154.

Sofronios E. Papoutsoglou et al. Common Carp (*Cyprinus carpio*) Response to Two Pieces of Music (“Eine Kleine Nachtmusik” and “Romanza”) Combined with Light Intensity, Using Recirculating Water System // Fish Physiology and Biochemistry 36, no. 3 (2009). P. 539–554.

Jenny Hole et al. Music as an Aid for Postoperative Recovery in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis // Lancet 386 (2015). P. 1659–1671.

Каракацули, личное сообщение, июнь 2015 г.

Ben Wilson, Robert S. Batty, and *Lawrence M. Dill*. Pacific and Atlantic Herring Produce Burst Pulse Sounds // Proceedings of the Royal Society of London, B: Biological Sciences 271, supplement 3 (2004). P. S95–S97.

161

Здесь игра слов: в оригинале явление названо Fast Repetitive Ticks (FRTs), что созвучно с английским словом *fart*, в обиходе обозначающим ровно то же самое явление у человека. – *Прим. перев.*

Wilson et al. Herring Produce Burst Pulse Sounds.

163

Nicole E. Rafferty and *Janette Wenrick Boughman*. Olfactory Mate Recognition in a Sympatric Species Pair of Three-Spined Sticklebacks // Behavioral Ecology 17, no. 6 (2006). P. 965–970.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

Sosin and *Clark*. Through the Fish's Eye.

166

У многих рыб каждая ноздря разделена на два отверстия. Через одно вода поступает в обонятельный мешок, а через другое выходит из него.

Toshiaki J. Hara. Olfaction in Fish // Progress in Neurobiology 5, part 4 (1975). P. 271–335.

Sosin and *Clark*. Through the Fish's Eye.

169

Karl von Frisch. The Sense of Hearing in Fish // Nature 141 (1938). P. 8–11; Über einen Schreckstoff der Fischhaut und seine biologische Bedeutung // Zeitschrift für vergleichende Physiologie 29, no. 1 (1942). P. 46–145.

170

Существуют различные феромоны с разным действием. Феромоны тревоги иногда называют торибонами.

Reebs. Fish Behavior.

R. Jan F. Smith. Alarm Signals in Fishes // Reviews in Fish Biology and Fisheries 2, 1992. P. 33–63; *Wolfgang Pfeiffer*. The Distribution of Fright Reaction and Alarm Substance Cells in Fishes // Copeia 1977, no. 4 (1977). P. 653–665.

173

Pimephales promelas – рыба семейства карповых, родом из Северной Америки. – *Прим. перев.*

Grant E. Brown, Douglas P. Chivers, and *R. Jan F. Smith*. Fathead Minnows Avoid Conspecific and Heterospecific Alarm Pheromones in the Faeces of Northern Pike // Journal of Fish Biology 47, no. 3 (1995). P. 387–393.; Effects of Diet on Localized Defecation by Northern Pike, *Esox lucius* // Journal of Chemical Ecology 22, no. 3 (1996). P. 467–475.

Brown, Chivers, and *Smith*. Localized Defecation by Pike: A Response to Labelling by Cyprinid Alarm Pheromone? // Behavioral Ecology and Sociobiology 36 (1995). P. 105–110.

Robert E. Hueter et al. Sensory Biology of Elasmobranchs // Biology of Sharks and Their Relatives. Jeffrey C. Carrier, John A. Musick, and Michael R. Heithaus (eds.). Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

177

Laura Jayne Roberts and *Carlos Garcia de Leaniz*. Something Smells Fishy: Predator-Naïve Salmon Use Diet Cues, Not Kairomones, to Recognize a Sympatric Mammalian Predator // Animal Behaviour 82, no. 4 (2011). P. 619–625.

W. N. Tavolga. Visual, Chemical and Sound Stimuli as Cues in the Sex Discriminatory Behaviour of the Gobiid Fish *Bathygobius soporator* // Zoologica 41 (1956). P. 49–64.

179

Heidi S. Fisher and *Gil G. Rosenthal*. Female Swordtail Fish Use Chemical Cues to Select Well-Fed Mates // Animal Behaviour 72 (2006). P. 721–725.

Theodore W. Pietsch. Oceanic Anglerfishes: Extraordinary Diversity in the Deep Sea. Berkeley, CA: University of California Press, 2009.

181

Ibid.

Gil G. Rosenthal et al. Tactical Release of a Sexually-Selected Pheromone in a Swordtail Fish // PLoS ONE 6, no. 2 (2011). P. e16994. doi:10.1371/journal. pone.0016994.

183

Автор ссылается на обзор, соавтором которого выступил один из крупнейших специалистов по физиологии вкуса у рыб, профессор МГУ А. О. Касумян.

Превосходный обзор вкусовых предпочтений у рыб можно найти здесь: Kasumyan and *Døving*. Taste Preferences in Fish.

185

Согласно одной из нескольких возможных классификаций.

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior; *Sosin* and *Clark*. Through the Fish's Eye.

187

Thomas E. Finger et al. Postlarval Growth of the Peripheral Gustatory System in the Channel Catfish, *Ictalurus punctatus* // The Journal of Comparative Neurology 314, no. 1 (1991). P. 55–66.

188

Здесь можно упомянуть и ориентирование по запаху. Собственно, кроме зрения, большинство других систем в мутной воде работают.

189

Yoshiyuki Yamamoto. Cavefish // Current Biology 14, no. 22 (2004). P. R943.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

Reebs. Fish Behavior. P. 86.

Wallace Stegner. Angle of Repose. N. Y.: Doubleday, 1971.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009.

Victoria A. Braithwaite and *Theresa Burt De Perera*. Short-Range Orientation in Fish: How Fish Map Space // Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 39, no. 1 (2006). P. 37–47.

Stephan H. K. Eder et al. Magnetic Characterization of Isolated Candidate Vertebrate Magnetoreceptor Cells // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109 (2012). P. 12022–12027.

Andrew H. Dittman and *Thomas P. Quinn.* Homing in Pacific Salmon: Mechanisms and Ecological Basis // Journal of Experimental Biology 199 (1996). P. 83–91.

197

В отечественной науке используется выражение «запах родной реки». О том, что именно становится ориентиром для обоняния лососей, до сих пор продолжаются дискуссии.

198

В основе миграций рыб лежит сложный комплекс различных явлений. Одним из крупнейших специалистов в этой области является академик Д. С. Павлов.

Arthur D. Hasler and *Allan T. Scholz*. Olfactory Imprinting and Homing in Salmon: Investigations into the Mechanism of the Homing Process. Berlin: Springer-Verlag, 1983.

Hiroshi Ueda et al. Lacustrine Sockeye Salmon Return Straight to Their Natal Area from Open Water Using Both Visual and Olfactory Cues // Chemical Senses 23 (1998). P. 207–212.

201

Для рыб характерна эквипотенциальная стая, то есть стая без выраженного доминирования отдельных членов. В таких стаях нет лидера, по крайней мере постоянного.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

Боковая линия устроена сложнее, причем у разных видов рыб по-разному. Нейромасты состоят из волосковых клеток, сходных с теми, что расположены во внутреннем ухе. Волоски погружены в желеобразную среду – купулу. У большинства костистых рыб нейромасты располагаются на дне особого канала, который проходит вдоль тела сквозь чешую. С поверхностью тела нейромасты сообщаются через тонкие отверстия в чешуе. Часто каналов боковой линии бывает несколько. Вся эта система иннервируется нервами боковой линии.

Myrberg and *Fuiman*. Sensory World of Coral Reef Fishes.

В отличие от зрения боковая линия работает только на коротких расстояниях. По устройству рецепторов обнаруживается больше сходства со слухом.

T. Burt de Perera. Fish Can Encode Order in Their Spatial Map // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 271 (2004). P. 2131–2134. doi:10.1098/rspb.2004.2867.

Л а т е р а л и з а ц и я – явление разделения психических и иных функций по полушариям мозга. – *Прим. перев.*

T. Burt de Perera and *V. A. Braithwaite*. Laterality in a Non-Visual Sensory Modality – The Lateral Line of Fish // Current Biology 15, no. 7 (2005). P. R241–R242.

209

Brian Palmer. Special Sensors Allow Fish to Dart Away from Potential Theats at the Last Moment // Washington Post, November 26, 2012. URL: www.washingtonpost.com/national/healthscience/special-sensors-allow-fish-to-dart-away-from-potential-theats-at-the-last-moment/2012/11/26/574d0960–3254–11e2-bb9b-288a310849ee_story.html

Список видов животных, обладающих электрорецепцией, постоянно расширяется. В частности, это явление известно у круглоротых, у целого ряда хрящевых и костных рыб (около 350 видов), у некоторых хвостатых земноводных (например, у гигантской саламандры и аксолотля) и даже у нескольких млекопитающих: утконос, ехидна и один из видов дельфинов (*Sotalia guianensis*).

Mark E. Nelson. Electric Fish // Current Biology 21, no. 14 (2011). P. R528–R529.

R. Douglas Fields. The Shark's Electric Sense // Scientific American 297 (2007). P. 74–81.

R. W. Murray. Electrical Sensitivity of the Ampullae of Lorenzini // Nature 187 (1960). P. 957. doi:10.1038/187957a0.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

215

В книге Н. И. Тарасова «Море живет» (изд. 1949) приводится такой любопытный факт: «Подсчитано, что десять тысяч угрей могли бы дать энергию для движения электропоезда, но только в течение нескольких минут, после чего поезду пришлось бы стоять сутки в ожидании, пока угри восстановят свои силы». – *Прим. перев.*

Вы можете спросить, как же этим так называемым сильноэлектрическим рыбам удается избежать нанесения электрошока самим себе. У них есть слои жировой ткани*, которые помогают изолироваться от удара их собственного оружия. Тем не менее иногда и они подергиваются в ответ на собственные удары. – *Прим. автора.*

* *Nelson*. Electric Fish.

217

Сейчас уже известны рыбы, у которых частота разрядов достигает 2 кГц.

Paintner and *Bernd Kramer*. Electrosensory Basis for Individual Recognition in a Weakly Electric, Mormyrid Fish, *Pollimyrus adspersus* (Günther, 1866) // Behavioral Ecology & Sociobiology 55 (2003). P. 197–208. doi:10.1007/s00265–003–0690–4.

Nelson. Electric Fish.

Andreas Scheffel and *Bernd Kramer*. Intra- and Interspecific Communication among Sympatric Mormyrids in the Upper Zambezi River // Communication in Fishes. Ladich et al. (eds.). P. 733–751.

Theodore H. Bullock, Robert H. Hamstra Jr., and *Henning Scheich*. The Jamming Avoidance Response of High Frequency Electric Fish // Journal of Comparative Physiology 77, no. 1 (1972). P. 1–22.

A. S. Feng. Electric Organs and Electroreceptors // Comparative Animal Physiology. 4th ed. C. L. Prosser (ed.). N. Y.: John Wiley and Sons, 1991. P. 217–234.

Scheffel and *Kramer*. Intra- and Interspecific Communication.

Размер мозжечка никак не связан с уровнем интеллекта.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

Речь идет о *Marcusenius altisambesi*, который в английском языке носит именно такое обиходное название. На сайте http://fishbase.org для этой рыбы указывается следующее: «Половой диморфизм в форме волн РЭО наблюдается “летом” в виде сильно увеличенной продолжительности РЭО у половозрелых самцов длиной больше стандартных 12,5 сантиметра, но для образцов из Окаванго диморфизм не подтвержден». – *Прим. перев.*

Ibid.

Исследования электрокоммуникации слабоэлектрических рыб уже много лет плодотворно проводятся в Институте проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, в группе, которой руководит д. б. н. В. Д. Барон.

Redouan Bshary and *Manuela Würth*. Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Manipulate Client Reef Fish by Providing Tactile Stimulation // Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 268 (2001). P. 1495–1501.

230

В XXI в. вопросы эмоций (в том числе удовольствия) у животных стали обсуждаться довольно активно, однако утверждать из каких-то самых общих соображений, что та или иная форма поведения одной особи рыб вызывает эмоциональный ответ у другой особи, мы без доказательств не можем. Не можем мы и оценивать эмоции рыб по внешним признакам, которые нам что-то напоминают. Собака виляет хвостом, когда «радуется», кошка – когда «злится», но о чем мы должны думать, когда хвостом виляет рыба?

Jennifer S. Holland. Unlikely Friendships: 47 Remarkable Stories from the Animal Kingdom. N. Y.: Workman Publishing, 2011. P. 32.

Shark, BBC, 2015. URL: www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0d

Karen Furnweger. Shark Week: Sharks of a Different Stripe. Shedd Aquarium Blog, August 6, 2013. URL: www.sheddaquarium. org/ blog/2013/08/Shark-Week-Sharks-of-a-Different-Stripe

По-английски она называется *sunfish*, буквально «солнечная рыба». – *Прим. перев.*

Tierney Thys. Swimming Heads. Natural History 103 (1994). P. 36–39.

D. H. Lawrence. Fish.

237

Ibid.

Caleb T. Hasler et al. Opinions of Fisheries Researchers, Managers, and Anglers Towards Recreational Fishing Issues: An Exploratory Analysis for North America // American Fisheries Symposium 75 (2011). P. 141–170.

R. Muir et al. Attitudes Towards Catch-and-Release Recreational Angling, Angling Practices and Perceptions of Pain and Welfare in Fish in New Zealand // Animal Welfare 22 (2013). P. 323–329.

240

Ноцицепция – это нейрофизиологическое понятие, обозначающее восприятие, проведение и центральную обработку сигналов о вредоносных процессах или воздействиях, то есть физиологический механизм передачи боли. Само же слово «боль» сейчас в научной литературе используют для обозначения субъективного переживания, которое обычно сопровождается ноцицепцией, но может также возникать и без всяких стимулов. Термин «ноцицепция» был введен Ч. С. Шеррингтоном для того, чтобы провести грань между физиологическим характером нервной активности при повреждении ткани и психологической реакцией на физиологическую боль. Существует Международная ассоциация по изучению боли (International Association for the Study of Pain, IASP).

Говоря о морфологической базе интеллекта и психических процессов, скорее следует обратить внимание именно на головной мозг, развитие которого у рыб несопоставимо по уровню с человеческим.

Не стоит забывать, что есть виды рыб, представители которых ведут одиночный образ жизни.

Около 1,2 метра. – *Прим. ред.*

James D. Rose et al. Can Fish Really Feel Pain? // Fish and Fisheries 15, no. 1 (2014). P. 97–133. doi:10.1111/faf.12010. Когда эта рукопись готовилась к печати, в журнале Animal Sentience была опубликована статья австралийского нейробиолога Брайана Кея под названием «Почему рыба не чувствует боли» (Why Fish Do Not Feel Pain), которая породила целый вал комментариев (главным образом опровержений), опубликованных в этом же журнале. URL: http://animalstudiesrepository.org/animsent

245

Это тема жарких дебатов. Один из важных обзоров, выводы которого поддерживают гипотезу наличия у рыб сознания и чувства боли, был опубликован в 2015 г. См.: *Brown C.* Fish intelligence, sentience and ethics // Animal Cognition 18, no. 1 (2015). P. 1–17.

Erich D. Jarvis et al. Avian Brains and a New Understanding of Vertebrate Brain Evolution // Nature Reviews Neuroscience 6 (2005). P. 151–159.

247

В продолжение аналогии: муравьи, например, могут считать, несмотря на то что у них нет головного мозга.

248

П а л л и у м, или «плащ мозга», – эволюционный предшественник коры больших полушарий головного мозга.

O. R. Salva, V. A. Sovrano, and *G. Vallortigara.* What Can Fish Brains Tell Us About Visual Perception? // Frontiers in Neural Circuits 8 (2014). P. 119. doi:10.3389/fncir.2014.00119.

Keith A. Jones. Knowing Bass: The Scientific Approach to Catching More Fish. Guilford, CT: Lyons Press, 2001). P. 244.

251

J. J. Beukema. Acquired Hook-Avoidance in the Pike Esox lucius L. Fished with Artificial and Natural Baits // Journal of Fish Biology 2, no. 2 (1970). P. 155–160; *J. J. Beukema.* Angling Experiments with Carp (Cyprinus carpio L.) II. Decreased Catchability Through One Trial Learning // Netherlands Journal of Zoology 19 (1970). P. 81–92.

R. O. Anderson and *M. L. Heman.* Angling as a Factor Influencing the Catchability of Largemouth Bass // Transactions of the American Fisheries Society 98 (1969). P. 317–320.

253

Боль и опасность часто подавляют голод. Это классический пример так называемой доминанты, мотивации, отодвигающей на задний план все остальное. Пищу можно попытаться поискать чуть позже и в другом месте, сначала надо спасти жизнь. Описанная автором ситуация с возвратом рыбы на крючок недостаточно исследована.

Bruce Friedrich. Toward a New Fish Consciousness: An Interview with Dr. Culum Brown // June 23, 2014. URL: www.thedodo.com/community/FarmSanctuary/toward-a-new-fish-consciousness-601529872.html

Victoria A. Braithwaite. Do Fish Feel Pain? Oxford: Oxford University Press, 2010; *Lynne U. Sneddon.* The Evidence for Pain in Fish: The Use of Morphine as an Analgesic // Applied Animal Behaviour Science 83, no. 2 (2003). P. 153–162.

L. U. Sneddon. Pain in Aquatic Animals // Journal of Experimental Biology 218 (2015). P. 967–976.

257

Под стимуляцией нерва здесь, судя по всему, подразумевается процесс записи возбуждения входящих в него нейронов в ответ на различные типы раздражения кожи.

258

Дистресс – в отечественной психологии состояние или процесс, ухудшающий протекание психофизиологических функций.

Все препараты, в том числе обладающие анальгетическим и седативным эффектами, а также психоактивные вещества, упомянутые в книге, применялись учеными исключительно в научных целях в ходе проводимых экспериментов. Самостоятельное использование этих препаратов и веществ не рекомендуется или запрещено. – *Прим. ред.*

L. U. Sneddon, V. A. Braithwaite, and *Michael J. Gentle.* Do Fishes Have Nociceptors? Evidence for the Evolution of a Vertebrate Sensory System // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 270 (2003). P. 1115–1121. Reported in: Braithwaite, Do Fish Feel Pain?

Червова Л. С. – к. б. н., ведущий научный сотрудник кафедры ихтиологии биологического факультета МГУ, секретарь Комиссии по биоэтике МГУ. Лапшин Д. Н. – д. б. н., ведущий научный сотрудник Института проблем передачи информации имени А. А. Харкевича.

Lilia S. Chervova and *Dmitri N. Lapshin.* Pain Sensitivity of Fishes and Analgesia Induced by Opioid and Non-opioid Agents // Proceedings of the Fourth International Iran and Russia Conference. Moscow: Moscow State University, 2004.

Braithwaite. Do Fish Feel Pain? P. 68.

Vilmos Csányi and *Judit Gervai.* Behavior-Genetic Analysis of the Paradise Fish, Macropodus opercularis. II. Passive Avoidance Learning in Inbred Strains // Behavior Genetics 16, no. 5 (1986). P. 553–557.

Caio Maximino. Modulation of Nociceptive-like Behavior in Zebrafish (Danio rerio) by Environmental Stressors // Psychology and Neuroscience 4, no. 1 (2011). P. 149–155.

L. U. Sneddon. Clinical Anesthesia and Analgesia in Fish // Journal of Exotic Pet Medicine 21, no. 1 (2012). P. 32–43; Do Painful Sensations and Fear Exist in Fish // Animal Suffering: From Science to Law: International Symposium. Thierry Auffret Van der Kemp and Martine Lachance (eds.). Toronto: Carswell, 2013. P. 93–112.

267

Аквариум делится на два отсека. Один из них содержит обогащенную различными предметами неоднородную среду, второй пустой. Рыбы предпочитают первый. В России подобными экспериментами занимался д. б. н. В. Н. Михеев. См., например, его книгу «Неоднородность среды и трофические отношения у рыб».

Janicke Nordgreen et al. Thermonociception in Fish: Effects of Two Different Doses of Morphine on Thermal Threshold and Post-Test Behaviour in Goldfish (Carassius auratus) // Applied Animal Behaviour Science 119 (2009). P. 101–107.

AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2013 Edition, American Veterinary Medical Association. URL: www.avma.org/KB/Policies/Documents/euthanasia.pdf

Philip Low et al. The Cambrige Declaration on Consiousness. Proclaimed at the Francis Crick Memorial Conference on Consiousness in Human and Non-Human Animals. Cambrige, UK, July 7, 2012.

G. A. Bradshaw. The Elephants Will Not Be Televised // Psychology Today. December 4, 2012. URL: www.psychologytoday.com/blog/bear-in-mind/201212/the-elephantswill-not-be-televised

Rudoph H. Ehrensing and *Gary F. Michell*. Similar Antagonism of Morphine Analgesia by MIF-1 and Naloxone in Carassius auratus // Pharmacology Biochemistry and Behavior 17, no. 4 (1981). P. 757–761; *Beukema*. Acquired Hook-Avoidance, Angling Experiments with Carp.

Согласно приведенным автором цитатам, можно говорить о сознании и у беспозвоночных, которые древнее рыб. Возникновение же сознания в процессе эволюции не связано с тем, что рыбы были первыми позвоночными.

Brian Curtis. The Life Story of the Fish: His Manners and Morals. New York: Harcourt Brace, 1949; repr. ed., Dover Publications, 1961.

275

Рюкин – декоративная форма золотой рыбки, прототип более молодой и широко известной породы – вуалехвоста.

Соответственно Сухарик и Чернушка. – *Прим. перев.*

Это уже чересчур (*англ.*).

Joan Dunayer. Animal Equality: Language and Liberation. Derwood, MD: Ryce Publishing, 2001. Первоисточник, процитированный Джоан Данэйер: *Trevor Berry* quoted in *Robin Brown*. Blackie Was (Fin)ished until Big Red Swam In // Weekend Argus. Cape Town, South Africa. August 18, 1984. P. 15.

279

Big Red (*англ.* Большой Красный) – название популярного газированного напитка, а также целого ряда других продуктов в красной упаковке.

K. P. Chandroo, I. J. H. Duncan, and *R. D. Moccia.* Can Fish Suffer? Perspectives on Sentience, Pain, Fear and Stress // Applied Animal Behaviour Science 86 (2004). P. 225–250; *C. Broglio* et al. Hallmarks of a Common Forebrain Vertebrate Plan: Specialized Pallial Areas for Spatial, Temporal and Emotional Memory in Actinopterygian Fish // Brain Research Bulletin 66 (2005). P. 277–281; *Eleanor Boyle.* Neuroscience and Animal Sentience. March 2009. URL: www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2009/b/boyle_2009_neuroscience_and_animal_sentience.pdf

F. A. Huntingford et al. Current Issues in Fish Welfare // Journal of Fish Biology 68, no. 2 (2006). P. 332–372; *S. E. Wendelaar Bonga.* The Stress Response in Fish // Physiological Reviews 77, no. 3 (1997). P. 591–625.

В последние годы появились данные, которые, видимо, заставят пересмотреть привычные представления об этом гормоне. В частности, его роль в сексуальном поведении человека сейчас представляется переоцененной и не столь очевидной.

Adam R. Reddon et al. Effects of Isotocin on Social Responses in a Cooperatively Breeding Fish // Animal Behaviour 84 (2012). P. 753–760; Swimming with Hormones: Researchers Unravel Ancient Urges That Drive the Social Decisions of Fish // McMaster University Press Release. October 9, 2012. URL: www.eurekalert.org/pub_releases/2012–10/mu-swh100912.php

На самом деле авторы статьи не исследовали эмоциональность и ничего не говорили о том, что рыбы стали более эмоциональными. Изучалось влияние изотоцина на социальное поведение рыб, на реактивность, на их склонность и готовность реагировать на социальную информацию. Результаты нескольких экспериментов, описанных в статье, показали, что под воздействием изотоцина поведение цихлид становится в большей мере зависимым от социального контекста, нежели от индивидуальных особенностей их темперамента. Агрессивность контрольных рыб в разных ситуациях проявлялась в той мере, в какой они сами склонны к агрессии, а повышение уровня изотоцина в крови делало уровень агрессии изменчивым и зависимым от ситуации.

Manuel Portavella, Blas Torres, and *Cosme Salas.* Avoidance Response in Goldfish: Emotional and Temporal Involvement of Medial and Lateral Telencephalic Pallium // Journal of Neuroscience 24, no. 9 (2004). P. 2335–2342.

288

Феромон тревоги высвобождается при механическом повреждении кожных покровов, а не из-за эмоциональных переживаний.

Jonatan Klaminder et al. The Conceptual Imperfection of Aquatic Risk Assessment Tests: Highlighting the Need for Tests Designed to Detect Therapeutic Effects of Pharmaceutical Contaminants // Environmental Research Letters 9, no. 8 (2014). P. 084003.

291

В рассматриваемой автором статье исследовались методы экотоксикологических оценок. Оксазепам – довольно распространенный загрязнитель природных вод. Стандартные экотоксикологические тесты в значительной мере основаны на оценке влияния загрязнителей на выживание животных. Кламиндер и его коллеги показали, что это неправильно. Оксазепам повышает выживание рыб, но не перестает при этом быть опасным загрязнителем.

D. P. Chivers and *R. J. F. Smith.* Fathead Minnows, Pimephales promelas, Acquire Predator Recognition When Alarm Substance Is Associated with the Sight of Unfamiliar Fish // Animal Behaviour 48, no. 3 (1994). P. 597–605.

293

Adam L. Crane and *Maud C. O. Ferrari.* Minnows Trust Conspecifics More Than Themselves When Faced with Conflicting Information About Predation Risk // Animal Behaviour 100 (2015). P. 184–190.

Обзор 8-ми публикаций: *J. P. Balcombe, Neal D. Barnard,* and *Chad Sandusky*. Laboratory Routines Cause Animal Stress // Contemporary Topics in Laboratory Animal Science 43, no. 6 (2004). P. 42–51.

Помимо этого, кортизол регулирует углеводный обмен. В значительной мере благодаря ему связаны между собой такие разные явления, как стресс, голод, физические нагрузки, интенсивность обмена веществ.

L. Ziv et al. An Affective Disorder in Zebrafish with Mutation of the Glucocorticoid Receptor // Molecular Psychiatry 18 (2013). P. 681–691.

Chelsea Whyte. Study: Fish Get a Fin Massage and Feel More Relaxed // Washington Post. November 21, 2011. URL: www.washingtonpost.com/national/health-science/study-fish-get-a-finmassage-and-feel-more-relaxed/2011/11/16/gIQAxoZvhN_story.html

Работой руководил профессор Руй Оливейра.

299

Marta C. Soares et al. Tactile Stimulation Lowers Stress in Fish // Nature Communications 2 (2011). P. 534.

Ctenochaetus striatus – рыба семейства хирурговых. – *Прим. перев.*

301

На самом деле чистильщики не потирают друг другу плавники, а трут своими плавниками тело клиента.

Bow Tong Lett and *Virginia L. Grant*. The Hedonic Effects of Amphetamine and Pentobarbital in Goldfish // Pharmacological Biochemistry and Behavior 32, no. 1 (1989). P. 355–356.

303

Кроме того, я рад сообщить, что после эксперимента рыбы-хирурги вернулись к себе домой на риф. – *Прим. автора.*

Karl Groos. The Play of Animals. New York: Appleton and Company, 1898.

305

Спонтанная деятельность возникает под влиянием внутренних причин, самопроизвольно. Течение спонтанных процессов также часто независимо от внешних факторов. Игра же включает в себя взаимодействие, то есть зависимость от внешних стимулов и обстоятельств. Даже начало такого поведения не всегда и не вполне независимо от внешних факторов.

Существуют и целенаправленные исследования.

Gordon M. Burghardt. The Genesis of Animal Play: Testing the Limits. Cambridge, MA: The MIT Press, 2005.

Tropheus duboisi – цихлида из озера Танганьика. – *Прим. перев.*

G. M. Burghardt, Vladimir Dinets, and *James B. Murphy*. Highly Repetitive Object Play in a Cichlid Fish (Tropheus duboisi) // Ethology 121, no. 1 (2014). P. 38–44.

310

В статье на самом деле говорится о неочевидности функциональной значимости поведенческой активности, а не о выживании.

311

Читателям из России понятнее была бы аналогия с куклой-неваляшкой. – *Прим. перев.*

Heros severus – крупная южноамериканская цихлида, часто встречающаяся в аквариумах. – *Прим. перев.*

313

Скорее всего, имеется в виду черная кефаль, или лобан (*Mugil cephalus*).

80 видов насчитывает семейство кефалевых (Mugilidae).

H. Dickson Hoese. Jumping Mullet – The Internal Diving Bell Hypothesis // Environmental Biology of Fishes 13, no. 4 (1985). P. 309–314.

Burghardt. Genesis of Animal Play.

Около 5 метров. – *Прим. ред.*

318

The Life and Letters of Faraday. Vol. II. Edited by Henry Bence Jones. Longmans, Green and Company, 1870. P. 253.

Vladimir Dinets. Dragon Songs: Love and Adventure among Crocodiles, Alligators and Other Dinosaur Relations. New York: Arcade Publishing, 2013. P. 317. [Рус. изд.: *Динец В.* Песни драконов. М.: АСТ, 2015.]

Edward C. Tolman. Cognitive Maps in Rats and Men // The Psychological Review 55, no. 4 (1948). P. 189–208.

321

Lester R. Aronson. Further Studies on Orientation and Jumping Behaviour in the Gobiid Fish, Bathygobius soporator // Annals of the New York Academy of Sciences 188 (1971). P. 378–392.

G. E. White and *C. Brown.* Microhabitat Use Affects Brain Size and Structure in Intertidal Gobies // Brain, Behavior and Evolution 85, no. 2 (2015). P. 107–116.

323

Исследование показало, что у бычков, живущих среди камней и остающихся во время отлива в литоральных ваннах, размер мозга в целом и конечного мозга (теленцефалона) в частности больше, чем у бычков, обитающих в песчаных, структурно простых биотопах. Зато у последних крупнее верхнее двухолмие и гипоталамус.

Сообщение В. Динеца на r/science, форуме New Reddit Journal of Science, 6 ноября 2014 г. URL: www.reddit.com/r/science/comments/2lgxl6

325

В частности, существует даже музыкальный альбом *Three Second Memory* 2013 г. южноафриканского дуэта Goldfish («Золотая рыбка»).

Tony J. Pitcher. Foreword // Fish Cognition and Behaviour, ed. Culum Brown, Kevin Laland, and Jens Krause. Oxford: Wiley-Blackwell, 2006.

Jacob Reighard. An Experimental Field-study of Warning Coloration in Coral Reef Fishes // Papers from the Tortugas Laboratory of the Carnegie Institution of Washington, vol. II. Washington, D. C.: Carnegie Institution, 1908. P. 257–325.

Culum Brown. Familiarity with the Test Environment Improves Escape Responses in the Crimson Spotted Rainbowfish, Melanotaenia duboulayi // Animal Cognition 4 (2001). P. 109–113.

329

Русское наименование «радужница» – калька с английского родового названия *rainbowfish*.

Beukema. Acquired Hook-Avoidance; Angling Experiments with Carp.

331

Vilmos Csányi and *Antal Dóka*. Learning Interactions between Prey and Predator Fish // Marine Behaviour and Physiology 23 (1993). P. 63–78.

Cheilinus undulatus – крупнейший представитель семейства губановых. – *Прим. перев.*

Zoe Catchpole. Fish with a Memory for Meals Like a Pavlov Dog // The Telegraph. February 2, 2008. URL: www.telegraph.co.uk/news/earth/earthnews/3323994/Fish-with-amemory-for-meals-like-a-Pavlov-dog.html

Reebs. Fish Behavior. P. 74.

Кликер – приспособление в виде небольшой коробочки с кнопкой и металлической пластинкой, издающей щелчок при нажатии кнопки. – *Прим. перев.*

337

Небольшие рыбки из семейства пецилиевых, родственники меченосцев и гуппи.

Кулум Браун, неопубликованные данные; Stéphan G. Reebs. Time-Place Learning in Golden Shiners (Pisces: Cyprinidae // Behavioral Processes 36, no. 3 (1996). P. 253–262.

Reebs. Time-Place Learning; *L. M. Gómez-Laplaza* and *R. Gerlai.* Quantification Abilities in Angelfish (Pterophyllum scalare): The Influence of Continuous Variables // Animal Cognition 16 (2013). P. 373–383.

Notemigonus crysoleucas – североамериканская карповая рыба. – *Прим. перев.*

341

Larry W. Means, S. R. Ginn, M. P. Arolfo, J. D. Pence. Breakfast in the Nook and Dinner in the Dining Room: Time-of-day Discrimination in Rats // Behavioral Processes 49 (2000). P. 21–33.

Herbert Biebach, Marijke Gordijn, and *John R. Krebs*. Time-and-Place Learning by Garden Warblers, Sylvia borin // Animal Behaviour 37, part 3 (1989). P. 353–360.

W. J. McNeil. Expansion of Cultured Pacific Salmon into Marine Ecosystems // Aquaculture 98 (1991). P. 123–130; URL: www.usbr.gov/uc/rm/amp/twg/mtgs/03jun30/Attach_02.pdf

Andrea S. Griffin, Daniel T. Blumstein, and *Christopher S. Evans*. Training Captive-Bred or Translocated Animals to Avoid Predators // Conservation Biology 14 (2000). P. 1317–1326.

Flávia de Oliveira Mesquita and *Robert John Young*. The Behavioural Responses of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) to Anti-Predator Training // Applied Animal Behaviour Science 106 (2007). P. 144–154.

Lester R. Aronson, Frederick R. Aronson, and *Eugenie Clark*. Instrumental Conditioning and Light-Dark Discrimination in Young Nurse Sharks // Bulletin of Marine Science 17, no. 2 (1967). P. 249–256.

Shark, BBC, 2015. URL: www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0

Сейчас этот вид называется *Potamotrygon falkneri*.

349

Michael J. Kuba, Ruth A. Byrne, and *Gordon M. Burghardt.* A New Method for Studying Problem Solving and Tool Use in Stingrays (Potamotrygon castexi) // Animal Cognition 13, no. 3 (2010). P. 507–513.

Benjamin B. Beck. Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals. New York: Taylor and Francis. 1980.

351

K. K. Sheenaja and *K. John Thomas.* Influence of Habitat Complexity on Route Learning Among Different Populations of Climbing Perch (Anabas testudineus Bloch, 1792) // Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 44, no. 6 (2011). P. 349–358.

352

На самом деле был использован «прямой лабиринт», представляющий собой длинный лоток, разделенный на пять камер, наподобие анфилады. В каждой из перегородок было две дверцы, одна из которых вела в следующую камеру, а другая – в тупик.

Скорее это лишь один из многочисленных и неоднозначных критериев.

354

В оригинале – *behavioral husbandry*. Адекватного перевода такого выражения на русский язык не существует. Это сравнительно новое направление в работе зоопарков и других организаций по внедрению информации о поведении животных в зооинженерную практику. В частности, более комфортные условия создаются за счет обогащения среды определенными предметами.

355

Кобия, или нигрита (*Rachycentron canadum*) – вид морских тропических рыб, единственный представитель семейства Rachycentridae. – *Прим. перев.*

Лайза Дэвис, личное сообщение, сентябрь 2013 г.

URL: www.youtube.com/watch?v=Mbz1Caiq1Ys (акула в Аквариуме Шедда); URL: www.youtube.com/watch?v=5k1FTrs0vno (приучение ската манты к носилкам).

358

Перевод Д. Катара

359

Alfred, Lord Tennyson. Locksley Hall. 1835

360

Двустворка – сленговое название двустворчатых моллюсков.

361

Giacomo Bernardi. The Use of Tools by Wrasses (Labridae) // Coral Reefs 31, no. 1 (2012). P. 39.

Łukasz Paśko. Tool-like Behavior in the Sixbar Wrasse, Thalassoma hardwicke (Bennett, 1830) // Zoo Biology 29, no. 6 (2010). P. 767–773.

Robert W. Shumaker, Kristina R. Walkup, and *Benjamin B. Beck.* Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals, rev. and updated ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011.

Stefan Schuster et al. Animal Cognition: How Archer Fish Learn to Down Rapidly Moving Targets // Current Biology 16, no. 4 (2006). P. 378–383.

Stefan Schuster et al. Archer Fish Learn to Compensate for Complex Optical Distortions to Determine the Absolute Size of Their Aerial Prey // Current Biology. 14, no. 17 (2004). P. 1565–1568. doi:10.1016/j.cub.2004.08.050.

Sandie Millot et al. Innovative Behaviour in Fish: Atlantic Cod Can Learn to Use an External Tag to Manipulate a Self-Feeder // Animal Cognition 17, no. 3 (2014). P. 779–785.

Hydrocynus vittatus – крупная и хищная африканская тетра.

Gordon C. O'Brien et al. First Observation of African Tigerfish Hydrocynus vittatus Predating on Barn Swallows Hirundo rustica in Flight // Journal of Fish Biology 84, no. 1 (2014). P. 263–266. doi:10.1111/jfb.12278.

369

Среди самых разных животных есть множество успешных и очень умелых хищников, но это не связано с уровнем интеллекта.

G. C. O'Brien et al. A Comparative Behavioural Assessment of an Established and New Tigerfish (Hydrocynus vittatus) Population in Two Artificial Impoundments in the Limpopo Catchment, Southern Africa // African Journal of Aquatic Sciences 37, no. 3 (2012). P. 253–263.

Flora Malein. Catfish Hunt Pigeons in France // Tech Guru Daily. December 10, 2012. URL: www.tgdaily.com/general-sciences-features/67959-catfish-hunt-pigeons-in-france

Lucie H. Salwiczek et al. Adult Cleaner Wrasse Outperform Capuchin Monkeys, Chimpanzees and Orangutans in a Complex Foraging Task Derived from Cleaner – Client Reef Fish Cooperation // PLoS ONE 7 (2012). P. e49068. doi:10.1371/journal. pone.0049068.

Alison Abbott. Animal Behaviour: Inside the Cunning, Caring and Greedy Minds of Fish // Nature News. May 26, 2015.

Salwiczek et al. Adult Cleaner Wrasses Outperform Capuchin Monkeys. P. 3.

Sana Inoue and *Tetsuro Matsuzawa.* Working Memory of Numerals in Chimpanzees // Current Biology 17, no. 23 (2007). P. R1004–R1005.

Шимпанзе, непроизвольно применяющих закон Архимеда для решения задачи с добыванием пищи, можно увидеть в ролике на видео под названием Insight Learning: Chimpanzee Problem Solving. URL: www.youtube.com/watch?v = fPz6uvIbWZE

Eugene Linden. The Octopus and the Orangutan: Tales of Animal Intrigue, Intelligence and Ingenuity. London: Plume, 2003.

Howard Gardner. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 1983. [Рус. изд.: *Говард Гарднер*. Структура разума. Теория множественного интеллекта. М.: Вильямс, 2018].

C. J. Sansom. Revelation: A Matthew Shardlake Tudor Mystery. New York: Viking, 2009. P. 57.

Перевод А. Новикова.

Scarus coelestinus – рыбы семейства рыб-попугаев.

Ocyurus chrysurus – рыбы семейства луциановых.

383

Zebrasoma flavescens – рыбы семейства хирурговых.

384

Рыбы из рода *Amphiprion*. Также относятся к семейству помацентровых.

В русскоязычной литературе эти два понятия, как правило, разделяются не так строго и зачастую используются как синонимы. Также встречаются выражения «группа рыб», «скопление рыб» и целый ряд других. Общепринятой классификации нет. В этой книге мы следуем за терминологией автора.

Harengula jaguana – сельдевая рыба из прибрежных тропических вод Западной Атлантики. – *Прим. перев.*

Имеется в виду, что это выгодно по энергетическим (гидродинамическим) причинам.

Пелотон – в спортивных гонках основная, аэродинамически эффективная группа гонщиков. – *Прим. перев.*

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Chaetodipterus faber – рыба семейства эфипповых, или рыб-лопат. – *Прим. перев.*

391

J. K. Parrish and *W. K. Kroen*. Sloughed Mucus and Drag Reduction in a School of Atlantic Silversides, Menidia menidia // Marine Biology 97 (1988). P. 165–169.

D. P. Chivers, G. E. Brown, and *R. J. F. Smith.* Familiarity and Shoal Cohesion in Fathead Minnows (Pimephales promelas): Implications for Antipredator Behavior // Canadian Journal of Zoology 73, no. 5 (1995). P. 955–960.

393

Голавль – крупная карповая рыба.

Jens Krause. The Influence of Food Competition and Predation Risk on Size-assortative Shoaling in Juvenile Chub (Leuciscus cephalus) // Ethology 96, no. 2 (1994). P. 105–116.

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Scott P. McRobert and *Joshua Bradner*. The Influence of Body Coloration on Shoaling Preferences in Fish // Animal Behaviour 56 (1998). P. 611–615.

Jens Krause and *Jean-Guy J. Godin*. Influence of Parasitism on Shoal Choice in the Banded Killifish (Fundulus diaphanus, Teleostei: Cyprinodontidae) // Ethology 102, no. 1 (1996). P. 40–49.

В отечественной литературе такой прием называют «Ф-маневром»: рыбы описывают в воде очертания русской буквы «Ф». – *Прим. перев.*

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Fundulus diaphanus – мелкая пресно- или солоноватоводная рыба отряда карпозубообразных (семейство фундуловых). – *Прим. перев.*

401

К несчастью для рыб, преимущество сбора в стаи при защите от хищников приводит к противоположному результату в виде хищничества со стороны человека, для которого было разработано оборудование, позволяющее отыскать, а затем изловить почти всех рыб в отдельно взятой стае. – *Прим. автора.* [Видимо, имеются в виду гидроакустические системы поиска скоплений рыб и промышленные рыболовные снасти, предназначенные для их вылова.]

D. J. Hoare et al. Context-Dependent Group Size Choice in Fish // Animal Behaviour 67, no. 1 (2004). P. 155–164.

Redouan Bshary. Machiavellian Intelligence in Fishes // Fish Cognition and Behaviour, C. Brown, K. Laland, and J. Krause (eds.). Oxford: Wiley-Blackwell, 2006.

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Joseph Stromberg. Are Fish Far More Intelligent Than We Realize? URL: www.vox.com/2014/8/4/5958871/fish-intelligence-smart-research-behavior-pain

Ibid.

Logan Grosenick, Tricia S. Clement, and *Russell D. Fernald.* Fish Can Infer Social Rank by Observation Alone // Nature 445 (2007). P. 429–432.

Neil B. Metcalfe and *Bruce C. Thomson.* Fish Recognize and Prefer to Shoal with Poor Competitors // Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 259 (1995). P. 207–210.

409

Lepomis macrochirus – рыба семейства ушастых окуней (центрарховых), обычный вид пресноводных рыб Северной Америки. – *Прим. перев.*

Lee Alan Dugatkin and *D. S. Wilson.* The Prerequisites for Strategic Behavior in Bluegill Sunfish, Lepomis macrochirus // Animal Behaviour 44 (1992). P. 223–230.

411

Постдокторантура (*англ.* postdoc) – первый этап научной работы человека, защитившего диссертацию в США и некоторых других странах, временная научная ставка (обычно продолжительностью 1–2 года).

Около 3 метров. – *Прим. ред.*

413

Пит Брокдор, личное сообщение, 12 апреля 2014 г.

C. Newport, G. M. Wallis, and *U. E. Siebeck*. Human Facial Recognition in Fish // European Conference on Visual Perception (ECVP). Abstracts, Perception 42, no. 1 suppl. (2013). P. 160.

См.: *Newport C. et al.* Discrimination of human faces by archerfish (*Toxotes chatareus*). Sci. Rep. 6 (2016) P. 27523. doi: 10.1038/srep27523.

Helfman and *Collette.* Fishes: The Animal Answer Guide.

417

Setophaga citrina – североамериканская птица семейства древесницевых отряда воробьинообразных. – *Прим. перев.*

Renee Godard. Long-Term Memory of Individual Neighbours in a Migratory Songbird // Nature 350 (1991). P. 228–229.

419

По-английски их называют *damselfish*, что означает «рыба-девица». Автор имеет в виду, что эти рыбы бесстрашны, а не робки и осторожны, как девицы.

Ronald E. Thresher. The Role of Individual Recognition in the Territorial Behaviour of the Threespot Damselfish, Eupomacentrus planifrons // Marine Behaviour and Physiology 6, no. 2 (1979). P. 83–93.

Трешер называет его *Stegastes dorsopunicans*.

Roldan C. Muñoz et al. Extraordinary Aggressive Behavior from the Giant Coral Reef Fish, Bolbometopon muricatum, in a Remote Marine Reserve // PLoS ONE 7, no. 6 (2012). P. e38120. doi:10.1371/ journal. pone.0038120.

424

Тема индивидуальности, личности, темперамента – одна из самых интенсивно исследуемых в современной науке о поведении рыб. В России важные работы на эту тему были сделаны к. б. н. С. В. Будаевым.

Hypsypops rubicundus – рыба семейства помацентровых. – *Прим. перев.*

То есть за всю жизнь (или за какой-то период времени) такая акула произведет на свет потомков меньше, чем большинство других рыб.

427

Недавно было доказано, что некоторые рыбы могут распознавать друг друга по «лицам», то есть по цветовому паттерну на морде. См.: *Hotta T., Satoh S., Kosaka N., Kohda M.* Face recognition in the Tanganyikan cichlid *Julidochromis transcriptus* // Animal Behaviour 127 (2017). P. 1–5. https://doi. org/10.1016/j. anbehav.2017.03.001.

428

Больше всего среди аквариумистов популярен так называемый барбус Шуберта, форма зеленого барбуса, которая имеет золотистую окраску. Вероятно, имеется в виду именно он.

Здесь игра слов: астронотус (*Astronotus ocellatus*) в английском языке носит название *oscar*. В данном случае это звучит как «кошка по кличке Кошка». – *Прим. перев.*

Золотые рыбки нетоксичны сами по себе, однако предназначенных для продажи мальков этих рыб часто содержат в тесных аквариумах и в плохих условиях, в результате чего они иногда становятся переносчиками различных инфекционных и инвазионных заболеваний.

Seneca (“Manus manum lavet”).

432

Эта пословица приведена у Сенеки, но на самом деле *Manus manum lavat* представляет собой перевод на латинский язык изречения Эпихарма, греческого комедиографа VI–V вв. до н. э. См.: *Душенко К. В., Багриновский Г. Ю.* Большой словарь латинских цитат и выражений. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2017. С. 360. – *Прим. ред.*

Имеется в виду так называемый *barber's pole* – цилиндр со спирально расположенными чередующимися полосами указанных цветов, устанавливаемый у парикмахерских в европейских странах и США. – *Прим. перев.*

Alexandra S. Grutter. Cleaner Fish // Current Biology 20, no. 13 (2010). P. R547–R549.

435

В некоторых азиатских спа-салонах клиенты могут заплатить за возможность опустить ноги в бассейны, где их ступни скребут голодные рыбы-чистильщики *Garra rufa* из семейства карповых. – *Прим. автора.*

Grutter. Cleaner Fish; *McFarland*. Oxford Companion to Animal Behavior.

A. S. Grutter. Parasite Removal Rates by the Cleaner Wrasse Labroides dimidiatus // Marine Ecology Progress. Series 130 (1996). P. 61–70.

A. S. Grutter. The Relationship between Cleaning Rates and Ectoparasite Loads in Coral Reef Fishes // Marine Ecology Progress. Series 118 (1995). P. 51–58.

Бремя паразитов – принятое обозначение части популяции паразита, в определенный момент времени связанной с популяцией хозяина. – *Прим. ред.*

A. S. Grutter, Jan Maree Murphy, and *J. Howard Choat.* Cleaner Fish Drives Local Fish Diversity on Coral Reefs // Current Biology 13, no. 1 (2003). P. 64–67.

A. S. Grutter. Effect of the Removal of Cleaner Fish on the Abundance and Species Composition of Reef Fish // Oecologia 111, no. 1 (1997). P. 137–143.

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Desmond Morris. Animalwatching: A Field Guide to Animal Behavior. New York: Crown Publishers, 1990.

444

Судя по всему, имеется в виду, что акулы принимают позу, в которой их тело располагается не горизонтально, а так, что голова становится выше хвоста.

Shark. BBC. URL: www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0d

Sabine Tebbich, Redouan Bshary, and *Alexandra S. Grutter*. Cleaner Fish Labroides dimidiatus Recognise Familiar Clients // Animal Cognition 5, no. 3 (2002). P. 139–145.

Ibid.

Melissa Bateson, Susan D. Healy, and *T. Andrew Hurly*. Context-Dependent Foraging Decisions in Rufous Hummingbirds // Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 270 (2003). P. 1271–1276. URL: www.jstor.org/stable/3558811?seq=1#page_scan_tab_contents

Lucie H. Salwiczek and *Redouan Bshary*. Cleaner Wrasses Keep Track of the “When” and “What” in a Foraging Task // Ethology 117, no. 11 (2011). P. 939–948.

Jennifer Oates, Andrea Manica, and *Redouan Bshary*. The Shadow of the Future Affects Cooperation in a Cleaner Fish // Current Biology 20, no. 11 (2010). P. R472–R473.

451

Мутуализм – одна из форм симбиоза, при которой обе стороны обязательно получают выгоду.

Такие толчки (вздрагивания) рыб-клиентов хорошо видны и считаются критерием жульничества со стороны чистильщиков.

Bshary and *Würth*. Cleaner Fish Labroides dimidiatus Manipulate.

Ibid.

Karen L. Cheney, R. Bshary, A. S. Grutter. Cleaner Fish Cause Predators to Reduce Aggression Towards Bystanders at Cleaning Stations // Behavioural Ecology 19, no. 5 (2008). P. 1063–1067.

Bshary. Machiavellian Intelligence in Fishes.

R. Bshary, Arun D'Souza. Cooperation in Communication Networks: Indirect Reciprocity in Interactions Between Cleaner Fish and Client Reef Fish // Animal Communication Networks. Peter K. McGregor (ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 2005) P. 521–539.

R. Bshary, A. S. Grutter. Asymmetric Cheating Opportunities and Partner Control in the Cleaner Fish Mutualism // Animal Behaviour 63, no. 3 (2002). P. 547–555.

Bshary. Machiavellian Intelligence in Fishes.

Этой работой занимаются бычки родов *Elacatinus* и *Gobiosoma*. Они похожи на губанов-чистильщиков по облику и представляют собой пример конвергентной эволюции. – *Прим. перев.*

461

Иногда чистильщики склевывают со своих клиентов не только кусочки слизи, покрывающей их тело, но и чешуйки.

Marta C. Soares et al. Does Competition for Clients Increase Service Quality in Cleaning Gobies? // Ethology 114, no. 6 (2008). P. 625–632.

Самый известный пример – *Aspidontus taeniatus* из семейства собачковых. Этот вид мимикрирует под чистильщика *Labroides dimidiatus*.

Andrea Bshary and *Redouan Bshary*. Self-Serving Punishment of a Common Enemy Creates a Public Good in Reef Fishes // Current Biology 20, no. 22 (2010). P. 2032–2035.

465

Существует несколько определений культуры, автор озвучивает лишь одно из них.

В русском языке данный термин не принято использовать применительно к млекопитающим, но токовища характерны, например, для нескольких видов антилоп и летучих мышей.

J. P. Balcombe and *M. Brock Fenton*. Eavesdropping by Bats: The Influence of Echolocation Call Design and Foraging Strategy // Ethology 79, no. 2 (1988). P. 158–166.

Tadarida brasiliensis – летучая мышь семейства складчатогубов, широко распространенная в обеих Америках. – *Прим. перев.*

469

На тему культуры у животных существует обширная литература. См., например: *Ramsey G.* What is animal culture? // K. Andrews and J. Beck (eds.). Routledge Companion to the Philosophy of Animal Minds. Routledge Press, 2017.

Thalassoma bifasciatum, также называемая двухполосой талассомой – рыба семейства губановых. – *Прим. перев.*

Лоскутный, или внутрилагунный, риф – изолированная коралловая постройка внутри лагуны. – *Прим. перев.*

Robert R. Warner. Traditionality of Mating-Site Preferences in a Coral Reef Fish // Nature 335 (1988). P. 719–721, 719.

Должен признать, что я читал об исследованиях вроде этих со смешанными чувствами. С одной стороны, я восхищаюсь увлеченностью и изобретательностью ученых, которые придумывают и воплощают в жизнь способы проверки гипотез. С другой стороны, я сочувствую существам, над жизнями которых мы обладаем такой властью. Что случилось со старожилами, которые были оторваны от родного дома? Мы можем лишь гадать, что чувствует обладающее культурой животное, когда его изымают из горячо любимых мест. – *Прим. автора.*

Helfman et al. Diversity of Fishes.

Culum Brown and *Kevin M. Laland.* Social Learning in Fishes // Fish Cognition and Behaviour. P. 186–202.

Giancarlo De Luca et al. Fishing Out Collective Memory of Migratory Schools // Journal of the Royal Society Interface 11, no. 95 (2014). doi:10.1098/rsif.2014.0043.

Международная китобойная комиссия (без даты), «Статус китов», проверено 29 ноября 2014 г. URL: http://iwc.int/status

Hoplostethus atlanticus – рыба из семейства большеголовых.

URL: www.terranature.org/orange_roughy.htm; www.eurekalert.org/pub_releases/2007–02/osu-ldf021307.php

Albert Einstein. The World As I See It. Minneapolis, MN: Filiquarian Publishing, 2005. P. 44. [Рус. изд.: *Альберт Эйнштейн.* Мир, каким я его вижу. М.: АСТ, 2017.]

481

Brian L. Partridge, Jonas Johansson, and *John Kalish.* The Structure of Schools of Giant Bluefin Tuna in Cape Cod Bay // Environmental Biology of Fishes 9 (1983). P. 253–262.

482

Крылатки – морские рыбы нескольких видов рода *Pterois*, в английском языке носят название *lionfish* – буквально «лев-рыба». – *Прим. перев.*

Oona M. Lönnstedt, Maud C. O. Ferrari, and *Douglas P. Chivers*. Lionfish Predators Use Flared Fin Displays to Initiate Cooperative Hunting // Biology Letters 10, no. 6 (2014). doi:10.1098/rsbl.2014.0281.

Вид *Parupeneus cyclostomus* встречается в Индо-Пацифике от Красного моря до Гавайев и островов Рюкю. – *Прим. перев.*

Carine Strübin, Marc Steinegger, and *R. Bshary*. On Group Living and Collaborative Hunting in the Yellow Saddle Goatfish (Parupeneus cyclostomus) // Ethology 117, no. 11 (2011). P. 961–969.

Plectropomus pessuliferus – хищная рыба длиной до 120 см, распространенная от Красного моря до Фиджи. – *Прим. перев.*

Gymnothorax javanicus – один из крупнейших современных видов мурен. – *Прим. перев.*

R. Bshary et al. Interspecific Communicative and Coordinated Hunting Between Groupers and Giant Moray Eels in the Red Sea // PLoS Biology 4 (2006). P. e431.

489

Frans B. M. de Waal. Fishy Cooperation // PLoS Biology 4 (2006). P. e444. doi:10.1371/journal. pbio.0040444.

В данном случае это вид *Plectropomus leopardus*. Такое же название носит в русском языке вид *Cromileptes altivelis*. В английском языке их наименования различаются. – *Прим. перев.*

491

Alexander L. Vail, Andrea Manica, and *R. Bshary*. Referential Gestures in Fish Collaborative Hunting // Nature Communications 4 (2013). P. 1765. doi:10.1038/ncomms2781; *Simone Pika* and *Thomas Bugnyar*. The Use of Referential Gestures in Ravens (Corvus corax) in the Wild // Nature Communications 2 (2011). P. 560.

A. L. Vail, A. Manica, and *R. Bshary*. Fish Choose Appropriately When and with Whom to Collaborate // Current Biology 24, no. 17 (2014). P. R791–R793, doi:10.1016/j. cub.2014.07.033.

Ed Yong. When Your Prey's in a Hole and You Don't Have a Pole, Use a Moray. URL: http://phenomena.nationalgeographic.com/2014/09/08/when-your-preys-in-a-hole-and-you-dont-have-a-poleuse-a-moray

Jon Hamilton. In Animal Kingdom, Voting of a Different Sort Reigns. URL: www.npr. org/2012/10/24/163561729/in-animal-kingdom-voting-ofa-different-sort-reigns3

Iain D. Couzin. Collective Cognition in Animal Groups // Trends in Cognitive Sciences 13, no. 1 (2009). P. 36–43; *Larissa Conradt* and *Timothy J. Roper*. Consensus Decision Making in Animals // Trends in Ecology and Evolution 20, no. 8 (2005). P. 449–456.

496

В статье речь идет о трехиглых колюшках *Gasterosteus aculeatus*.

David J. T. Sumpter et al. Consensus Decision Making by Fish // Current Biology 18 (2008). P. 1773–1777.

Ashley J. W. Ward et al. Quorum Decision-Making Facilitates Information Transfer in Fish Shoals // PNAS 105, no. 19 (2008). P. 6948–6953.

499

Гамбузия – мелкая яйцеживородящая рыбка *Gambusia holbrooki* из семейства пецилиевых.

500

A. J. W. Ward et al. Fast and Accurate Decisions Through Collective Vigilance in Fish Shoals // PNAS 108, no. 6 (2011). P. 2312–2315.

Обсуждение вопроса см.: Balcombe J. Second Nature: The Inner Lives of Animals. New York: Palgrave Macmillan, 2010.

John Maynard-Smith and *George Price*. The Logic of Animal Conflict // Nature 246 (1973). P. 15–18.

Reebs. Fish Behavior.

Tropheus moorii – вид цихловых рыб из африканского озера Танганьика. – *Прим. перев.*

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Mark H. J. Nelissen. Structure of the Dominance Hierarchy and Dominance Determining ‘Group Factors’ in Melanochromis auratus (Pisces, Cichlidae) // Behaviour 94 (1985). P. 85–107.

507

Marian Y. L. Wong et al. The Threat of Punishment Enforces Peaceful Cooperation and Stabilizes Queues in a Coral-Reef Fish // Proceedings of the Royal Society of London. B: Biological Sciences 274 (2007). P. 1093–1099.

M. Y. L. Wong et al. Fasting or Feasting in a Fish Social Hierarchy // Current Biology 18, no. 9 (2008). P. R372–R373.

509

В русском языке за ними закрепилось название «петушки», данное именно за яркость расцветок и драчливость самцов. – *Прим. перев.*

Rui F. Oliveira, Peter K. McGregor, and *Claire Latruffe*. Know Thine Enemy: Fighting Fish Gather Information from Observing Conspecific Interactions // Proceedings of the Royal Society of London. B: Biological Sciences 265 (1998). P. 1045–1049.

511

Platax pinnatus, также известный как платакс-нетопырь, – рыба из тропической Индо-Пацифики. С возрастом сильно меняет облик, становясь тускло-серой. – *Прим. перев.*

Thaumoctopus mimicus обладает умением имитировать сразу несколько ядовитых и опасных видов морских животных. – *Прим. перев.*

513

Важно, что рыба имитирует не самого осьминога, а отдельную его часть – щупальце.

514

Тут затруднительно говорить о «союзе». Выгода осьминога неясна. Не исключено, что он вообще не обращает внимания на рыбу.

515

L. A. Rocha, R. Ross, and *G. Kopp*. Opportunistic Mimicry by a Jawfish // Coral Reefs 31 (2011). P. 285, doi:10.1007/s00338–011–0855-y.

516

В Южной Америке это представители двух родов семейства полицентровых, а в Африке и Азии – нескольких родов семейства нандовых.

517

Он есть не у всех видов.

Ron Harlan. Ten Devastatingly Deceptive or Bizarre Animal Mimics // Listverse. July 20, 2013. URL: http://listverse.com/2013/07/20/10-devastatingly-deceptive-or-bizarre-animal-mimics

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Morris. Animalwatching.

Pietsch. Oceanic Anglerfishes.

Это не весь спинной плавник, а лишь первый или несколько передних лучей. У удильщиков сохраняется функциональный спинной плавник. – *Прим. перев.*

523

Утверждение справедливо только для глубоководных удильщиков из подотряда Ceratioidei.

524

Глубоководные удильщики рода *Thaumatichthys*. Самый известный вид с такой особенностью – тауматихт Акселя (*Thaumatichthys axeli*). – *Прим. перев.*

525

С эволюционной точки зрения «цель» каждой конкретной особи в значительной мере сводится к тому, чтобы произвести на свет максимальное количество потомков, которые, в свою очередь, тоже смогли бы размножиться.

A. A. Milne. Winnie-the-Pooh.

T. J. Pandian. Sexuality in Fishes. Enfield, NH: Science Publishers, 2011.

528

Существуют разные системы классификации размножения и репродуктивного поведения рыб, это условность.

James S. Diana. Biology and Ecology of Fishes, 2nd ed. Traverse City, MI: Biological Sciences Press/Cooper Publishing, 2004.

530

В частности, Тавамани Пандиан ссылается на результаты, полученные японскими исследователями, которые проявили наибольшую активность, раскрывая сексуальные привычки рыб. Некоторые ученые провели под водой свыше пятисот часов, собирая данные для единственного исследования. Успехи в технологии производства аппаратуры для дыхания под водой в значительной степени способствовали нашему прогрессу в понимании секса у рыб. – *Прим. автора.*

Yvonne Sadovy de Mitcheson and *Min Liu.* Functional Hermaphroditism in Teleosts // Fish and Fisheries 9, no. 1 (2008). P. 1–43.

532

Не все синхронные гермафродиты оплодотворяют сами себя, иногда они просто выступают как самки и самцы, но не почти одновременно, а за короткий промежуток времени.

Полигиния характерна для рыб-ангелов (помакантов) – красочных морских рыб, обитающих на коралловых рифах, а также для многих цихлид, некоторых бычков и ряда других рыб. – *Прим. перев.*

Robert R. Warner. Mating Behavior and Hermaphroditism in Coral Reef Fishes // American Scientist 72, no. 2 (1984). P. 128–136.

535

Существуют разные формы полигинии, гарем – одна из них.

Hans Fricke and *Simone Fricke*. Monogamy and Sex Change by Aggressive Dominance in Coral Reef Fish // Nature 266 (1977). P. 830–832.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009. P. 458.

538

Сексуальный потенциал мозга – отдельный и непростой вопрос, связанный, помимо прочего, с гендерной идентичностью. Нельзя утверждать, что мозг большинства позвоночных строго и однозначно ориентирован, к тому же статья, на которую ссылается автор, посвящена не мозгу, а гормонам.

Arimune Munakata and *Makito Kobayashi.* Endocrine Control of Sexual Behavior in Teleost Fish // General and Comparative Endocrinology 165, no. 3 (2010).P. 456–468.

Некоторые из фотографий этого явления, выполненные Ёдзи Оокатой и опубликованные 23 сентября 2012 г., можно найти по URL: http://mostlyopenocean.blogspot.com.au/2012/09/a-little-fish-makesbig-sand-sculptures.html

541

К тому же это оказался иглобрюх нового вида *Torquigener albomaculosus,* описанный в 2014 г. Находка была сделана у острова Амами-Осима архипелага Рюкю. – *Прим. перев.*

Эта особенность размножения характерна для нескольких видов цихлид, обитающих на песчаных участках африканских озер Малави и Танганьика. Например, уже довольно хорошо изучены гнезда *Cyathopharynx furcifer*. – *Прим. перев.*

543

Шалаши, которые строят шалашники, служат только для спаривания птиц, а яйца откладываются в другое гнездо. Цихлиды озера Малави (Ньяса), которые возводят сооружения из песка, действительно инкубируют икру во рту, а их постройки используются лишь для нереста, но есть виды, в том числе среди цихловых рыб, которые сооружают постройки, которые служат им в том числе как гнезда для икры.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009.

Гликопротеин под названием спиггин.

Sara Östlund-Nilsson and *Mikael Holmlund*. The Artistic Three-Spined Stickleback (Gasterosteus aculeatus) // Behavioral Ecology and Sociobiology 53, no. 4 (2003). P. 214–220.

547

Зависит от того, к какому виду относится самец. Некоторые самцы выбрасывают всю сперму за один раз.

См.: *Petersson E., Järvi T.* “False orgasm” in female brown trout: trick or treat? // Animal Behaviour 61, no. 2 (2001). P. 497–501. https://doi. org/10.1006/anbe.2000.1585. Также отметим, что вопрос не только в трудно оцениваемом качестве, но и в разнообразии, которое важно само по себе.

Lesley Evans Ogden. Fish Faking Orgasms and Other Lies Animals Tell for Sex // BBC Earth. February 14, 2015. URL: www.bbc.com/earth/story/20150214-fake-orgasms-and-other-sex-lies?ocid=fbert

550

Семейство тропических морских рыб апогоновые, или кардиналковые (Apogonidae). Не следует путать с кардиналом (*Tanichthys albonubes*) – мелкой пресноводной рыбкой семейства карповых. – *Прим. перев.*

551

Самец апогона, инкубирующий икру, может проглотить всю кладку или какую-то ее часть. Потери практически неизбежны, но задача самки заключается в том, чтобы их минимизировать.

552

На самом деле самцы едят и фальшивую икру, и нормальную, но на фальшивую самка тратит меньше ресурсов.

Этот узор носит название «икряные пятна». – *Прим. перев.*

Считается, что самка принимает икряной рисунок на анальном плавнике самца за настоящие икринки и пытается забрать их в рот, при этом теребя самца за анальный плавник. В результате она забирает в рот не несуществующую икру, а порцию спермы, которую самец выпускает в ответ на такую стимуляцию. За счет этого настоящая икра, которую она уже выметала и сразу забрала в рот, оплодотворяется.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

Masanori Kohda et al. Sperm Drinking by Female Catfishes: A Novel Mode of Insemination // Environmental Biology of Fishes 42, no. 1 (1995). P. 1–6.

Ibid.

Автор не упомянул о еще более удивительном способе вынашивания икры в жаберной полости камчатского краба и родственных видов ракообразных, который практикуют морские слизни рода карепроктус (*Careproctus*), обитающие в Тихом океане. – *Прим. перев.*

Morris. Animalwatching.

560

Глохидии (личинки) моллюска, как правило, причиняют довольно ощутимые неудобства рыбе, вплоть до летального исхода (при значительной зараженности). Паразитировать на личинках горчака им нет смысла, поскольку личинке рыбы такое бремя просто не по силам, она быстро погибнет, а вместе с ней погибнет и глохидий. На самом деле глохидии паразитируют на взрослых рыбах. Самец горчака продолжительное время остается возле моллюска с отложенной икрой, отгоняя от него других рыб. Лишнюю икру моллюск может просто выбросить. За это время моллюск успевает заразить рыбу, выпуская в воду своих личинок. Помимо расселения, глохидии могут получать выгоду, питаясь окружающими тканями хозяина (рыбы). См., например: *Богуцкая Н. Г., Насека А. М., Клишко О. К.* Горчак и моллюск: необычный пример межвидовых отношений. СПб.: Вестник Санкт-Петербургского университета, 2009. Сер. 3, № 3. С. 31–42.

561

На самом деле это модифицированная часть анального плавника. Под костью автор подразумевает несколько лучей плавника.

Martin Plath et al. Male Fish Deceive Competitors About Mating Preferences // Current Biology 18, no. 15 (2008). P. 1138–1141.

563

В статье, на которую ссылается автор, идет речь о копировании выбора самцами еще одного вида того же рода – широкоплавничной пецилии (*Poecilia latipinna*).

Ingo Schlupp and *Michael J. Ryan*. Male Sailfin Mollies (Poecilia latipinna) Copy the Mate Choice of Other Males // Behavioral Ecology 8 no. 1 (1997). P. 104–107.

Иногда они появляются, но редко.

566

Определение «партеногенетический» нуждается в уточнении. Партеногенез – форма полового размножения, при котором гамета (половая клетка) развивается без оплодотворения, то есть без слияния яйцеклетки и сперматозоида. Существуют разные формы партеногенеза. В частности, у некоторых видов есть и самцы, и самки, у других – только (или почти исключительно) самки. Иногда сперма вообще не нужна, однако у других видов она активирует развитие яйца, но не сливается с ним. Существует форма партеногенеза (андрогенез), при котором, наоборот, яйцеклетка развивается с мужским ядром. Так что утверждение, что «не нужно никакой спермы», представляет собой упрощение. По современным данным, различные формы партеногенеза характерны для 70–80 видов позвоночных животных, ряда беспозвоночных и растений. Среди примеров – куры, пчелы и кукуруза.

Гиногенез (одна из форма партеногенеза) характерен для многих популяций серебряного карася (*Carassius gibelio*) в европейской части России. Самки этого вида спариваются с самцами карпа, золотого карася и других карповых рыб. – *Прим. перев.*

568

В семействе Poeciliidae встречаются виды с внешним оплодотворением.

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

На самом деле яичка все же нет. Есть некоторые особенности репродуктивной системы самцов, в частности непарный семенник и семенной пузырек, топографически связанный с приапием.

Lois E. TeWinkel. The Internal Anatomy of Two Phallostethid Fishes // Biological Bulletin 76, no. 1 (1939). P. 59–69.

Ralph J. Bailey. The Osteology and Relationships of the Phallostethid Fishes // Journal of Morphology 59, no. 3 (2005). P. 453–483.

Gambusia affinis – американский вид живородящих рыб, широко расселенный по тропическим районам мира для борьбы с малярийным комаром. – *Прим. перев.*

R. Brian Langerhans, Craig A. Layman, and *Thomas J. DeWitt*. Male Genital Size Reflects a Tradeoff Between Attracting Mates and Avoiding Predators in Two Live-Bearing Fish Species // PNAS 102, no. 21 (2005). P. 7618–7623.

Petromyzon marinus – самые крупные миноги, достигающие 120 см в длину.

Работы по строительству и благоустройству могут отличаться, поскольку гнездо иногда строится рядом с уже лежащими камнями, или под прикрытием коряг, или в небольшой яме.

Это не обязательно, миноги могут вообще не перестаскивать груды камней с места на место во время нереста.

Самец обычно еще некоторое время охраняет гнездо и лишь потом гибнет. К тому же многие проходные рыбы гибнут после нереста, например тихоокеанские лососи, и это не всегда связано с истощением.

Norman and *Greenwood.* History of Fishes.

Centropyge flavissima – морская рыба семейства помакантовых (рыб-ангелов) из Тихого океана. – *Прим. перев.*

Ike Olivotto et al. Spawning, Early Development, and First Feeding in the Lemonpeel Angelfish Centropyge flavissimus // Aquaculture 253 (2006). P. 270–278.

Charles Dickens. Our Mutual Friend. Oxford: Oxford University Press, 1989. [Рус. изд.: *Чарльз Диккенс*. Наш общий друг. М.: АСТ, 2011.]

583

Перевод Н. Волжиной и Н. Дарузес.

Автор далее честно воспроизводит орфографию и пунктуацию своего детского сочинения со всеми ошибками, в том числе пунктуационными. – *Прим. ред.*

Norman and *Greenwood.* History of Fishes.

В норме тихоокеанские лососи гибнут после нереста, а атлантические нерестятся несколько раз в жизни. Репродуктивные стратегии у тихоокеанских лососей, при которых рыба может выжить, действительно существуют, но это сравнительно редкое явление. Примером могут служить так называемые карликовые самцы у симы (*Oncorhynchus masou*).

Clive Roots. Animal Parents. Westport, CT: Greenwood Press, 2007; *Judith E. Mank, Daniel E. L. Promislow,* and *John C. Avise.* Phylogenetic Perspectives in the Evolution of Parental Care in Ray-Finned Fishes // Evolution 59, no. 7 (2005). P. 1570–1578.

William C. Hamlett. Evolution and Morphogenesis of the Placenta in Sharks // Journal of Experimental Zoology 252. Supplement S2 (1989). P. 35–52.

Helfman et al. Diversity of Fishes.1997.

Два вида: *Symphysodon discus* и *S. aequifasciata*. Иногда выделяется третий вид *S. tanzoo*. – *Прим. перев.*

Norman and *Greenwood*. History of Fishes.

Это практически обычная для рыб кожная слизь, питательная и содержащая полезные вещества. Вспомним, что жульничающие чистильщики охотно приворовывают ее у своих клиентов. Мальки целого ряда рыб факультативно или даже облигатно питаются кожным секретом своих родителей. Кожная слизь может тем не менее различаться по составу, она состоит из различных веществ и выделяется клетками нескольких типов. За продукцию собственно мукуса ответственны прежде всего так называемые бокаловидные клетки.

593

У разных рыб состав кожной слизи разный, поэтому неверно говорить, что все это характерно именно для дискусов, хотя биологически активные вещества, влияющие на мальков, в их слизи действительно есть.

Edward J. Noga and *Umaporn Silphaduang*. Piscidins: A Novel Family of Peptide Antibiotics from Fish // Drug News and Perspectives 16, no. 2 (2003). P. 87–92.

595

Имеется в виду *Bagrus meridionalis* из семейства косатковых сомов (местные названия «кампанго» и «кампойо»). – *Прим. перев.*

Thys. For the Love of Fishes.

Stegastes leucorus – помацентровая рыба из тропиков восточной части Тихого океана. – *Прим. перев.*

Тис, личное сообщение, август 2015 г.

Трубкорылы – рыбы из рода *Solenostomus*. – *Прим. перев.*

Eleanor Bell. Gasterosteiform // Encyclopedia Britannica. URL: www.britannica.com/animal/gasterosteiform

Kurtus gulliveri – рыба из пресных и солоноватых вод Новой Гвинеи и Северной Австралии. – *Прим. перев.*

602

Речь идет о сомах семейства аспредовых (Aspredinidae) – рыбы нескольких родов которого вынашивают икру на коже живота. Но обрастание икры верхним слоем кожи рыбы не упоминается в специализированной литературе по данной теме. – *Прим. перев.*

Иногда образуются своеобразные ножки, соединяющие яйца с кожей родителя.

McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior.

Bujurquina vittata (син. *Aequidens vittatus, Acara paraguayensis*) – рыба из рек Парана и Парагвай, часто разводимая в аквариумах. – *Прим. перев.*

Copella arnoldi, она же пиррулина и форелевая копеина, – мелкая рыба семейства лебиасиновых, обитает в бассейне Амазонки и часто содержится в аквариумах. – *Прим. перев.*

C. O'Neil Krekorian and *D. W. Dunham*. Preliminary Observations on the Reproductive and Parental Behavior of the Spraying Characid Copeina arnoldi Regan // Zeitschrift für Tierpsychologie 31, no. 4 (1972). P. 419–437.

Lawrence S. Blumer. A Bibliography and Categorization of Bony Fishes Exhibiting Parental Care // Zoological Journal of the Linnean Society 76 (1982). P. 1–22.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009.

Clive Roots. Animal Parents.

Andrew S. Hoey, David R. Bellwood, and *Adam Barnett*. To Feed or to Breed: Morphological Constraints of Mouthbrooding in Coral Reef Cardinalfishes // Proceedings of the Royal Society of London. B: Biological Sciences 279 (2012). P. 2426–2432.

Yasunobu Yanagisawa and *Mutsumi Nishida*. The Social and Mating System of the Maternal Mouthbrooder Tropheus moorii in Lake Tanganyika // Japanese Journal of Ichthyology 38, no. 3 (1991). P. 271–282.

613

Не всегда, но чаще всего.

Reebs. Fish Behavior.

Hoey et al. To Feed or to Breed.

Saving the World's Fisheries, unsigned editorial // Washington Post. October 3, 2012.

Roots. Animal Parents.

Adam G. Jones and *John C. Avise*. Sexual Selection in Male-Pregnant Pipefishes and Seahorses: Insights from Microsatellite Studies of Maternity // Journal of Heredity 92, no. 2 (2001). P. 150–158.

619

Автор описывает один из случаев существенно более широкого явления. Существует кооперативное размножение, где все взрослые особи в той или иной мере заботятся о потомстве, причем не только о своем. Примером могут служить птичьи базары. Для всех форм такой заботы о потомстве характерна так называемая аллопарентальная забота, то есть забота о молоди, осуществляемая не родителями, а другими особями того же или даже другого вида.

Julie K. Desjardins et al. Sex and Status in a Cooperative Breeding Fish: Behavior and Androgens // Behavioral Ecology and Sociobiology 62, no. 5 (2007). P. 785–794.

621

Один из самых известных примеров среди млекопитающих – медведи. Старшие детеныши, так называемые пестуны, помогают родителям заботиться о младших.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009.

623

Родственный отбор – одна из предположительно существующих форм группового отбора. Это понятие используется в том числе для объяснения эволюционного возникновения альтруизма и любого поведения, которое не приносит очевидной выгоды самому животному, но полезно для других.

Имеется в виду *Acrocephalus sechellensis,* выпущенная ради сохранения вида на нескольких мелких островках Сейшельского архипелага. – *Прим. перев.*

625

Jan Komdeur. Importance of Habitat Saturation and Territory Quality for Evolution of Cooperative Breeding in the Seychelles Warbler // Nature 358 (1992). P. 493–495.

Ralph Bergmüller, Dik Heg, and *Michael Taborsky*. Helpers in a Cooperatively Breeding Cichlid Stay and Pay or Disperse and Breed, Depending on Ecological Constraints // Processes in Biological Science 272 (2005). P. 325–331.

Rick Bruintjes et al. Paternity of Subordinates Raises Cooperative Effort in Cichlids // PLoS ONE 6, no. 10 (2011). P. e25673. doi:10.1371/journal. pone.0025673.

K. A. Stiver et al. Mixed Parentage in Neolamprologus pulcher Groups // Journal of Fish Biology 74, no. 5 (2009). P. 1129–1135. doi:10.1111/j.1095–8649.2009.02173. x.

Bergmüller et al. Helpers in a Cooperatively Breeding Cichlid; *R. Bergmüller, M. Taborsky*. Experimental Manipulation of Helping in a Cooperative Breeder: Helpers “Pay to Stay” by Pre-emptive Appeasement // Animal Behaviour 69, no. 1 (2005). P. 19–28.

631

Вероятно, автор имеет в виду так называемый яйцевой зуб, которым птенец при вылуплении проламывает скорлупу яйца, после чего этот зуб отваливается.

Molothrus oryzivorus – птица семейства кассиков (трупиалы, или американские иволги), обитающая в тропических лесах Центральной и Южной Америки. – *Прим. перев.*

Соответственно птицы из родов *Psarocolius* и *Cacicus*, также из семейства кассиков. – *Прим. перев.*

Michael S. Webster. Interspecific Brood Parasitism of Montezuma Oropendolas by Giant Cowbirds: Parasitism or Mutualism? // Condor 96 (1994). P. 794–798.

Bathyclarias nyasensis – рыба семейства клариевых сомов (Clariidae). – *Прим. перев.*

Jay R. Stauffer and *W. T. Loftus.* Brood Parasitism of a Bagrid Catfish (Bagrus meridionalis) by a Clariid Catfish (Bathyclarias nyasensis) in Lake Malawi, Africa // Copeia, no. 1 (2010). P. 71–74.

Пятнистый синодонтис (*Synodontis multipunctatus*), рыба семейства бахромчатоусых сомов (Mochokidae), иногда встречающаяся в аквариумах. – *Прим. перев.*

638

Речь идет о нескольких разных видах цихлид, инкубирующих потомство во рту. В тот момент, когда самка и самец выметывают икру и молоку, сомы делают то же самое в том же месте. В результате цихлиды забирают в рот и вынашивают не только свою икру, но и икру сомов.

Tetsu Sato. A Brood Parasitic Catfish of Mouthbrooding Cichlid Fishes in Lake Tanganyika // Nature 323 (1986). P. 58–59.

D. H. Lawrence. Fish.

641

По другим данным, первые рыболовные крючки были сделаны 30 000–40 000 лет назад. Древнейший из найденных изготовлен из раковины моллюска и обнаружен на острове Окинава (Япония).

642

Arto Miettinen et al. The Palaeoenvironment of the Antrea Net Find // Karelian Isthmus: Stone Age Studies in 1998–2003. Mika Lavento and Kerkko Nordqvist (eds.). Helsinki: The Finnish Antiquarian Society, 2008. P. 71–87

643

Эта сеть была обнаружена вблизи города Антреа. Сейчас это российский город Каменногорск в Ленинградской области.

H. J. Shepstone. Fishes That Come to the Deep-Sea Nets // Animal Life of the World, ed. J. R Crossland and J. M. Parrish. London: Odhams Press, 1934. P. 525.

645

Странствующий голубь (*Ectopistes migratorius*), который был объектом промысла в США, вымер. Последняя птица этого вида умерла в 1914 г. в зоопарке.

FAO. State of World Fisheries, Aquaculture Report – Fish Consumption, 2012. URL: www.thefishsite.com/articles/1447/fao-state-of-world-fisheries-aquaculture-report-fishconsumption

Carrie R. Daniel et al. Trends in Meat Consumption in the United States // Public Health Nutrition 14, no. 4 (2011). P. 575–583.

Gaia Vince. How the World's Oceans Could Be Running Out of Fish. September 21, 2012. URL: www.bbc.com/future/story/20120920-are-we-running-out-of-fish

Это положение дел усугубляется правительственными субсидиями коммерческому рыболовству, возросшими до суммы в 35 млрд долларов США в год по всему миру. – *Прим. автора.*

Adam Sherwin. “Leave the badgers alone”, says Sir David Attenborough. The real problem is the human population // The Independent. November 5, 2012. URL: www.independent.co.uk/environment/nature/leave-the-badgers-alone-says-sir-david-attenborough-the-realproblem-is-the-human-population-8282959.html

J. Rice, J. Cooper, P. Medley, and *A. Hough*. South Georgia Patagonian Toothfish Longline Fishery. Moody Marine Ltd., 2006. URL: www.msc.org/track-a-fishery/fisheries-in-theprogram/certified/south-atlantic-indian-ocean/south-georgia-patagonian-toothfish-longline/assessmentdocuments/document-upload/SurvRep2.pdf

W. Jeffrey Bolster. The Mortal Sea: Fishing the Atlantic in the Age of Sail. Cambridge, MA: Belknap Press/Harvard University Press, 2012.

653

Международная премия частного некоммерческого фонда TED (Technology, entertainment, design) за идею, способную изменить мир. – *Прим. перев.*

Lloyd Evans. Making Waves: An Audience with Sylvia Earle, the Campaigner Known as Her Deepness // The Spectator. June 25, 2011. URL: http://new. spectator. co. uk/2011/06/making-waves-2

FAO, The Tuna Fishing Vessels of the World// FAO. Managing Fishing Capacity of the World Tuna Fleet. 2003. URL: www.fao.org/docrep/005/y4499e/y4499e07.htm

FAO Fisheries Circular No. 949 FIIT/C949. Analysis of the Vessels Over 100 Tons in the Global Fishing Fleet. 1999. URL: www.fao. org/fishery/topic/1616/en

J. Lucas. Aquaculture // Current Biology 25 (2015). P. R1-R3; Лукас, личное сообщение, 6 января 2016 г.

658

В настоящее время по общему объему производства морепродуктов аквакультура сравнялась с коммерческим рыболовством, но из-за того, что производство рыбы составляет всего лишь около половины всей аквакультуры (одни только водоросли – четверть объемов продукции аквакультуры), производство рыбы в аквакультуре – это около 40 % от объемов коммерческого рыболовства. – *Прим. автора.*

659

Цифры, которые в этом разделе приводит автор, меняются год от года вместе с самой ситуацией, связанной с рыбным промыслом и аквакультурой. Наиболее свежие данные можно найти на сайте FAO. Последний на момент подготовки этой книги доклад «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2018» доступен для бесплатного скачивания по адресу: http://www. fao. org/3/i9540ru/I9540RU.pdf.

Philip Lymbery. In Too Deep – Why Fish Farming Needs Urgent Welfare Reform. 2002. URL: www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2008/i/in_too_deep_summary_2001.pdf

FAO. Highlights of Special Studies // The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Rome: FAO, 2008. FTP://ftp. fao. org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e03.pdf

Rosamond L. Naylor et al. Effect of Aquaculture on World Fish Supplies // Nature 405 (2000). P. 1017–1024.

663

Обыкновенный лаврак (*Dicentrarchus labrax*) – хищная морская рыба из европейских вод, широко известная в последнее время под обиходным названием «сибас». – *Прим. перев.*

P. Baker. Atlantic Menhaden Catch Cap a Success // The Pew Charitable Trusts. May 15, 2014. URL: www.pewtrusts. org/en/research-and-analysis/analysis/2014/05/15/atlantic-menhadencatch-cap-a-success-millions-more-of-the-most-important-fish-in-the-sea

Jacqueline Alder et al. Forage Fish: From Ecosystems to Markets. Annual Review of Environment and Resources 33 (2008). P. 153–166; *Sylvester Hooke*. Fished Out! Scientists Warn of Collapse of all Fished Species by 2050 // Healing Our World (Hippocrates Health Institute magazine) 32, no. 3 (2012). P. 28–29, 63.

Helfman and *Collette*. Fishes: The Animal Answer Guide.

Наиболее известны рачки семейства Caligidae из подкласса веслоногих (Copepoda). Не следует путать их с китовыми вшами, которые относятся к семейству Cyamidae отряда разноногих раков (Amphipoda). – *Прим. перев.*

Lymbery. In Too Deep. 2002. URL: www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2008/i/in_too_deep_summary_2001.pdf

Cornelia Dean. Saving Wild Salmon, in Hopes of Saving the Orca // New York Times. November 4, 2008.

Elisabeth Rosenthal. Another Side of Tilapia, the Perfect Factory Fish // New York Times. May 2, 2011.

671

И даже скрещиваясь с другими видами.

Culum Brown, T. Davidson, and *K. Laland*. Environmental Enrichment and Prior Experience of Live Prey Improve Foraging Behavior in Hatchery-Reared Atlantic Salmon // Journal of Fish Biology 63. Supplement S1 (2003). P. 187–196.

Culum Brown. Fish Intelligence, Sentience, and Ethics // Animal Cognition 18 (2014). P. 1–17.

Пестрятка – молодь лосося. Отличается пестрой окраской боков. – *Прим. перев.*

675

Рассчитано на основе среднего веса одной сельди и того факта, что один заброс трала может принести 200 тонн сельди. URL: www.gma.org/herring/harvest_and_processing/seining/default.asp

Emily S. Munday, Brian N. Tissot, Jerry R. Heidel, and *Tim Miller-Morgan*. The Effects of Venting and Decompression on Yellow Tang (Zebrasoma flavescens) in the Marine Ornamental Aquarium Fish Trade // PeerJ 3. P. e756. DOI 10.7717/peerj.756.

677

Verordnung zum Schutz von Tieren in Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung – TierSchlV (Tierschutz-Schlachtverordnung), vom 3. März 1997, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1997 Teil I S. 405, zuletzt geändert am 13. April 2008 durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 18, S. 855, Art. 19 vom 24. April 2006.

D. H. F. Robb and *S. C. Kestin*. Methods Used to Kill Fish: Field Observations and Literature Reviewed // Animal Welfare 11, no. 3 (2002). P. 269–282.

R. W. D. Davies et al. Defining and Estimating Global Marine Fisheries Bycatch // Marine Policy 33, no. 4 (2009). P. 661–672.

FAO Fisheries and Aquaculture Department. Reduction of Bycatch and Discards. URL: www.fao.org/fishery/topic/14832/en

681

Стоит заметить, что когда-то такой дешевой, практически бедняцкой едой считались устрицы, а омаров до середины XIX века выбрасывали из сетей как мусор. В книге Жака-Ива Кусто «Лососи, бобры и каланы» приводится такой пример: в Бретани в договоре с сельскохозяйственными рабочими особо оговаривалось, что лосося подают к столу не более трех раз в неделю. Там же сказано, что им кормили узников в тюрьмах, а в Англии и Франции – рабов. Неизвестно, что из прилова наших дней перейдет в разряд изысканных деликатесов в будущем, если не изменится существующее отношение к природе. – *Прим. перев.*

Davies et al. Defining and Estimating Global Marine Fisheries Bycatch.

Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009.

Ibid.

A. Butterworth, I. Clegg, and *C. Bass*. Untangled – Marine Debris: A Global Picture of the Impact on Animal Welfare and of Animal-Focused Solutions. London: World Society for the Protection of Animals [World Animal Protection], 2012.

NOAA Fisheries. The Tuna-Dolphin Issue; last modified December 24, 2014, URL: ttps://swfsc.noaa.gov/textblock.aspx?Division = PRD&ParentMenuId = 228&id = 1408

Paul R. Wade et al. Depletion of Spotted and Spinner Dolphins in the Eastern Tropical Pacific: Modeling Hypotheses for Their Lack of Recovery // Marine Ecology Progress Series 343 (2007). P. 1–14.

В настоящее время вымирание грозит ваките, калифорнийской морской свинье (*Phocoena sinus*) из Калифорнийского залива: по состоянию на март 2018 г. осталось 12 особей. Вымирание этого узкоареального вида связано с массовой гибелью в сетях для нелегального лова крупного местного горбыля *Totoaba macdonaldi*, также находящегося под угрозой исчезновения. – *Прим. перев.*

Rosy Outlook // New Scientist. February 28, 2009. P. 5.

Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels. Best Practice Seabird Bycatch Mitigation. September 19, 2014. URL: http://acap.aq/en/bycatchmitigation/mitigation-advice/2595-acap-best-practice-seabird-bycatch-mitigation-criteria-and-definition/file

691

Перевод В. Станевич. Эта фраза стала широко известной благодаря роману Э. М. Ремарка «Черный обелиск», вышедшему в 1956 г. Он, в свою очередь, мог взять ее из эссе немецкого публициста Курта Тухольского, опубликованного в 1932 г. Впрочем, в зарубежных источниках эту фразу столь же охотно приписывают и Уильяму Черчиллю. См.: *Душенко К. В.* История знаменитых цитат. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2018. С. 587–589. – *Прим. перев.*

692

Humane Society International (HIS) – одна из общественных организаций, занимающихся защитой животных.

Christie Wilcox. Shark fin ban masks growing appetite for its meat. URL: www.theguardian.com/environment/2015/sep/12/shark-fin-ban-not-saving-species

Juliet Eilperin. Demon Fish: Travels Through the Hidden World of Sharks. New York: Pantheon, 2011.

United States Fish and Wildlife Service. National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation: National Overview. 2012. URL: http://digitalmedia. fws. gov/cdm/ref/collection/document/id/858

Stephen J. Cooke and *Ian G. Cowx*. The Role of Recreational Fishing in Global Fish Crises. BioScience 54 (2004). P. 857–859.

American Sportfishing Association. Recreational Fishing: An Economic Powerhouse. 2013. URL: http://asafishing. org/facts-figures

Robert B. DuBois and *Richard R. Dubielzig*. Effect of Hook Type on Mortality, Trauma, and Capture Efficiency of Wild, Stream-Resident Trout Caught by Angling with Spinners // North American Journal of Fisheries Management 24, no. 2 (2004). P. 609–616; *Robert B. DuBois* and *Kurt E. Kuklinski*. Effect of Hook Type on Mortality, Trauma, and Capture Efficiency of Wild, Stream-Resident Trout Caught by Active Baitfishing // North American Journal of Fisheries Management 24, no. 2 (2004). P. 617–623.

B. L. Barthel et al. Effects of Landing Net Mesh Type on Injury and Mortality in a Freshwater Recreational Fishery // Fisheries Research 63, no. 2 (2003). P. 275–282.

Thomas M. Steeger et al. Bacterial Diseases and Mortality of Angler-Caught Largemouth Bass Released After Tournaments on Walter F. George Reservoir, Alabama/Georgia // North American Journal of Fisheries Management 14, no. 2 (1994). P. 435–441.

701

Bring That Rockfish Down (брошюра для рыболовов, изданная в рамках программы Sea Grant и посвященная проблеме предотвращения и облегчения последствий баротравмы у рыб, выпускаемых после поимки). URL: www.westcoast.fisheries.noaa.gov/publications/fishery_management/recreational_fishing/rec_fish_wcr/bring_that_rockfish_down.pdf

David Shiffman. Predatory Fish Have Declined by Two Thirds in the Twentieth Century // Scientific American. October 20, 2014. URL: www.scientificamerican.com/article/predatory-fishhave-declined-by-two-thirds-in-the-20th-century

Evans. Making Waves.

Valérie Allain. What Do Tuna Eat? A Tuna Diet Study // SPC Fisheries Newsletter 112 (January/March 2005). P. 20–22.

Ira Seligman and *Alex Paulenoff*. Saving the Bluefin Tuna. 2014. URL: https://prezi.com/lhvzz56yni7_/saving-the-bluefin-tuna

British Broadcasting Corporation (BBC). Superfish: Bluefin Tuna. 2012. URL: http://wn.com/superfish_bluefin_tuna

FAO Fisheries and Aquaculture Department. Fish Contamination. URL: www.fao. org/fishery/topic/14815/en

Все же нельзя забывать, что польза от употребления рыбы в пищу обоснована многими исследованиями и всем опытом человеческой цивилизации. Это не отменяет необходимости строгого контроля за качеством рыбных продуктов.

Fish. URL: http://nutritionfacts. org/topics/fish

David J. A. Jenkins et al. Are Dietary Recommendations for the Use of Fish Oils Sustainable? // Canadian Medical Association Journal 180, no. 6 (2009) P. 633–637.

711

Существуют омега-3-ненасыщенные жирные кислоты, которые люди получают практически исключительно из рыбы и водорослей. Примером может служить эйкозапентаеновая кислота. Важно отметить, что это одна из так называемых незаменимых жирных кислот, важных для здоровья человека.

Ibid.

Ibid.

Natasha Scripture. Should You Stop Eating Fish? // IDEAS.TED.COM, August 20, 2014. URL: http://ideas.ted.com/should-you-stop-eating-fish-2

Sylvia Earle // Scripture. Should You Stop Eating Fish?

Alister Doyle. Ocean Fish Numbers Cut in Half Since 1970 // Scientific American. September 16, 2015. URL: www.scientificamerican.com/article/ocean-fish-numbers-cutin-half-since-1970/?WT.mc_id = SA_EVO_20150921

Vonne Lund et al. Expanding the Moral Circle: Farmed Fish as Objects of Moral Concern // Diseases of Aquatic Organisms 75 (2007). P. 109–118.

Martin Luther King. Keep Moving from This Mountain (sermon at Temple Israel). Hollywood, CA, February 25, 1965. URL: https://en.wikiquote.org/wiki/Martin_Luther_King,_Jr.#Keep_Moving_From_This_Mountain_.281965.29

719

Перевод Е. Зайцевой.

Foer. Eating Animals. New York: Back Bay Books, 2010.

Steven Pinker. The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined. New York: Viking Penguin, 2011.

URL: www.coloradodaily.com/ci_13116998?source=most_viewed; www.guardiancampaign. org; www.guardiancampaign. org/guardiancity.html

David Grimm. Updated: Judge's Ruling Grants Legal Right to Research Chimps. URL: http://news. sciencemag.org/plants-animals/2015/04/judge-s-ruling-grants-legal-rightresearch-chimps.
В дальнейшем судья изменил свое решение на прямо противоположное. См.: *Jason Gershman*. Judge Says Chimps May One Day Win Human Rights, but Not Now. July 30, 2015, URL: http://blogs.wsj.com/law/2015/07/30/judge-says-chimpsmayone-day-win-human-rights-but-not-now

Американская некоммерческая организация по защите прав животных, отстаивающая в том числе права на свободу животных и их неиспользование в экспериментах. – *Прим. перев.*

725

Североитальянский город Монца принял такой закон в 2004 г. URL: www.washingtonpost.com/wp-dyn/articles/A44117–2004Aug5.html. Рим последовал его примеру в 2005 году. URL: www.cbc.ca/news/world/rome-bans-cruel-goldfish-bowls-1.556045

URL: www.swissinfo.ch/eng/life-looks-up-for-swissanimals/6608378; www.animalliberationfront.com/ALFront/Actions-Switzerland/NewLaw2008.htm

Tierschutz-Schlachtverordnung, vom 20 (December 2012): BGBl. I S. 2982.

Slaughter of Farmed Fish. URL: http://fishcount.org.uk/farmed-fish-welfare/farmed-fish-slaughter

729

Также известное как «Морские пастухи» или «Морской дозор». – *Прим. перев.*

Современное название коренных жителей Канады. – *Прим. перев.*

Пол Уотсон, личное сообщение, май 2015 г.

Farrar, Straus and Giroux (FSG) – американское издательство, выпустившее первое издание этой книги.